FACULDADE DE MEDICINA DO RIO DE JANEIRO

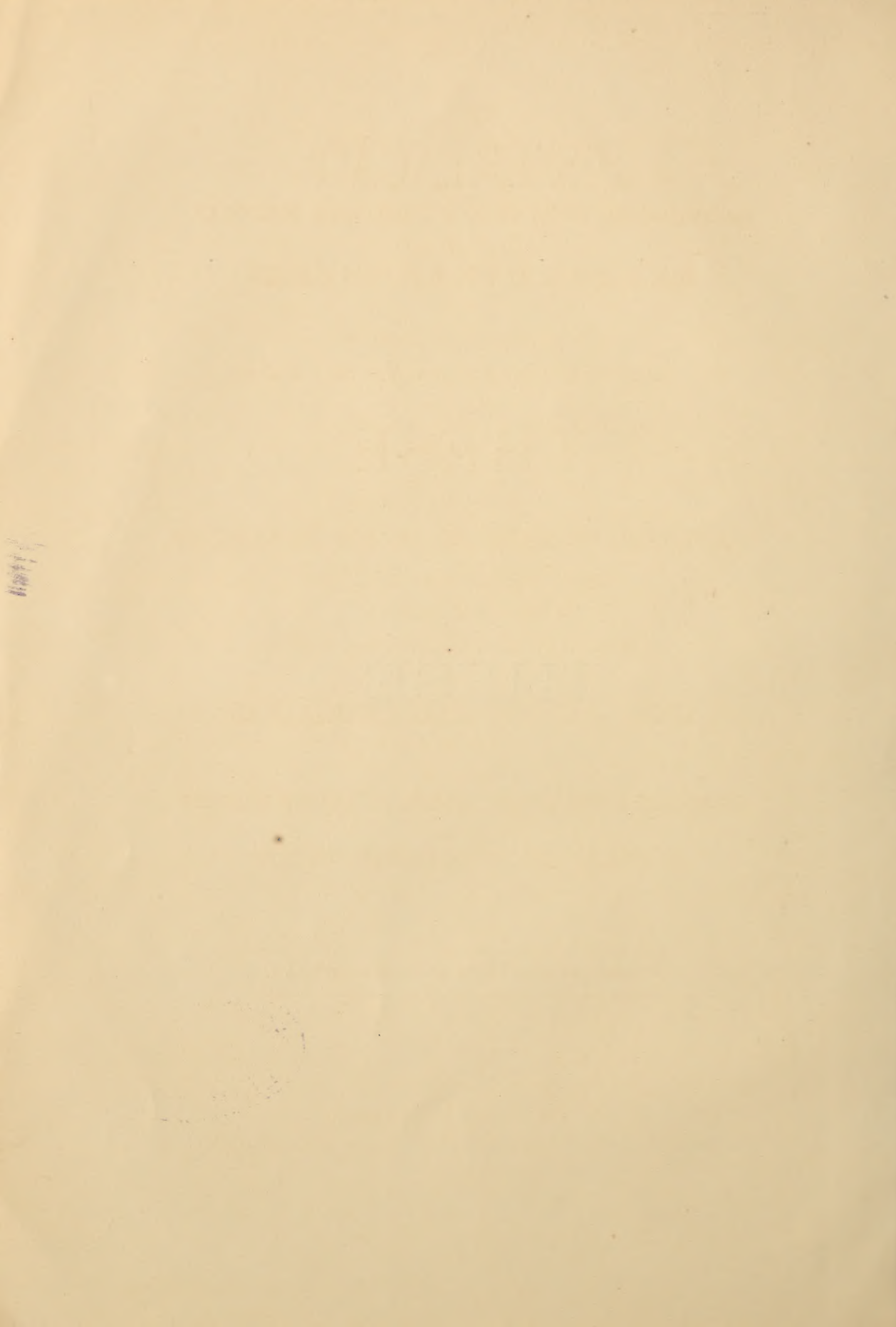
THESE

DO

Dr. JOSÉ BRUSQUE

SURGEON GEN'L'S OFFICE
LIBRARY

RIO DE JANEIRO
Typ. e Lith. de Moreira Maximino & C., rua da Quitanda ns. 111 e 113
1888

THESE

DISSERTAÇÃO

CADEIRA DE BOTANICA E ZOOLOGIA MEDICAS

Acção biologica da luz sobre as plantas e os animaes

PROPOSIÇÕES

Tres sobre cada uma das cadeiras da Faculdade

THESE

APRESENTADA Á

FACULDADE DE MEDICINA DO RIO DE JANEIRO

Em 30 de Setembro de 1887

E PERANTE ELLA SUSTENTADA

EM 2 DE JANEIRO DE 1888

PELO

DR. JOSÉ BRUSQUE

NATURAL DO PARÁ

FILHO LEGITIMO DO

CONSELHEIRO FRANCISCO CARLOS DE ARAUJO BRUSQUE

E DE

D. CECILIA AMALIA DE AZEVEDO BRUSQUE

THESE APPROVADA COM DISTINCÇÃO

SURGEON GEN'L'S OFFICE LIBRARY

RIO DE JANEIRO

TYP. E LITH. DE MOREIRA MAXIMINO & COMP., RUA DA QUITANDA 111 E 113

1888

FACULDADE DE MEDICINA DO RIO DE JANEIRO

DIRECTOR Conselheiro Dr. Barão de Saboia
VICE-DIRECTOR Conselheiro Dr. Barão de S. Salvador de Campos
SECRETARIO Dr. Carlos Ferreira de Souza Fernandes

Doutores:

LENTES CATHEDRATICOS

João Martins Teixeira (*Examinador*)	Physica medica.
Augusto Ferreira dos Santos	Chimica mineral medica e mineralogia.
João Joaquim Pizarro (*Examinador*)	Botanica e zoologia medicas.
José Pereira Guimarães	Anatomia descriptiva.
Antonio Caetano de Almeida	Histologia theorica e pratica.
Domingos José Freire	Chimica organica e biologica.
João Baptista Kossuth Vinelli	Physiologia theorica e experimental.
José Benicio de Abreu	Pathologia geral.
Cypriano de Souza Freitas	Anatomia e physiologia pathologicas.
João Damasceno Peçanha da Silva (*Presidente*)	Pathologia medica.
Pedro Affonso de Carvalho Franco	Pathologia cirurgica.
Conselheiro Barão de S. Salvador de Campos	Materia medica e therapeutica, especialmente brazileira
Luiz da Cunha Feijó Junior	Obstetricia.
Visconde de Motta Maia	Anatomia cirurgica, medicina operatoria e apparelhos.
Conselheiro Nuno de Andrade	Hygiene e historia da medicina.
José Maria Teixeira	Pharmacologia e arte de formular.
Agostinho José de Souza Lima	Medicina legal e toxicologia.
Conselheiro Barão de Torres Homem Domingos de Almeida Martins Costa (*Examin.*)	Clinica medica de adultos.
Conselheiro Barão de Saboia João da Costa Lima e Castro	Clinica cirurgica de adultos.
Hilario Soares de Gouvêa	Clinica ophtalmologica.
Erico Marinho da Gama Coelho	Clinica obstetrica e gynecologica.
Candido Barata Ribeiro	Clinica medica e cirurgica de crianças.
João Pizarro Gabizo	Clinica de molestias cutaneas e syphiliticas.
João Carlos Teixeira Brandão (*Examinador*)	Clinica psychiatrica.

LENTE SUBSTITUTO SERVINDO DE ADJUNTO

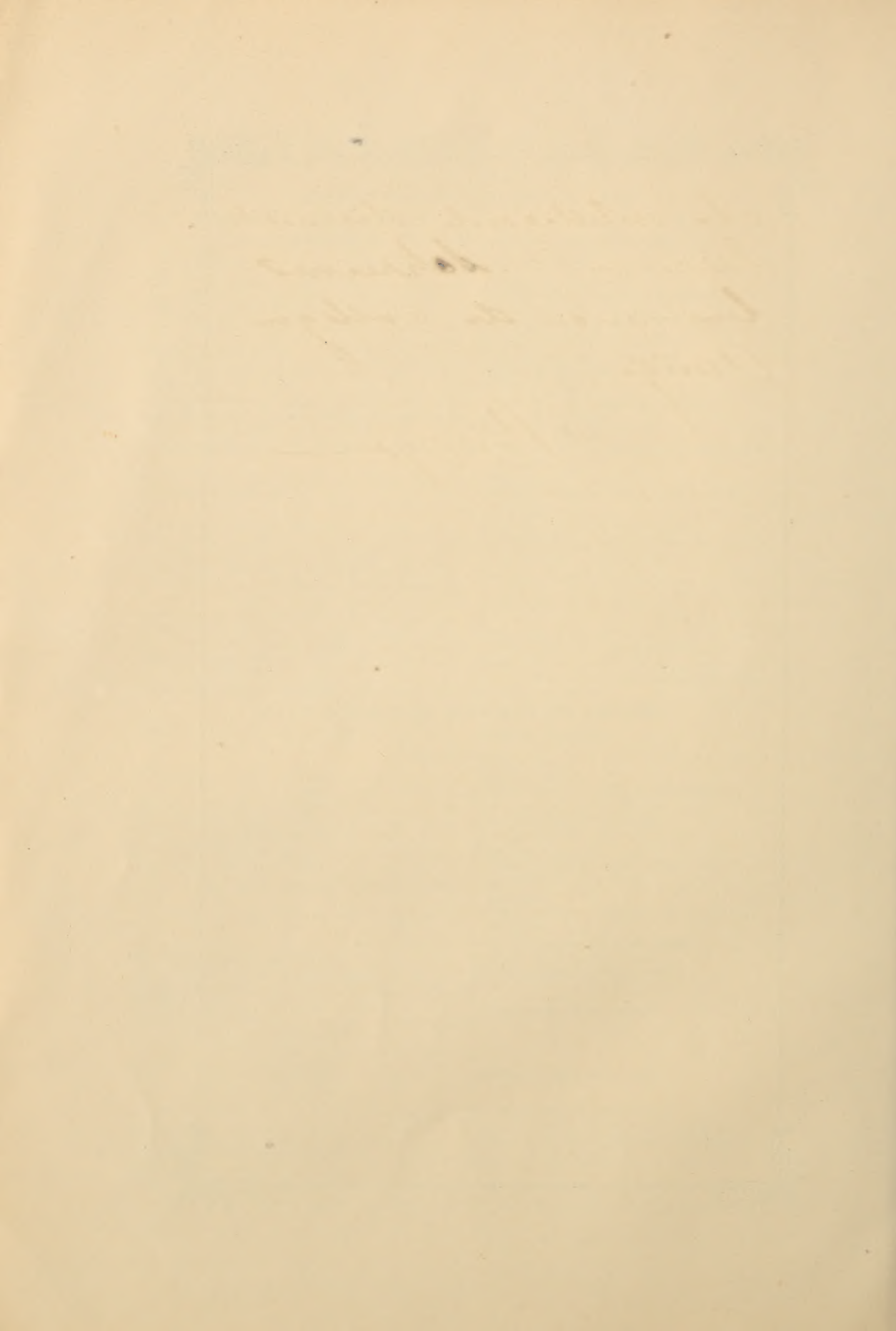
Oscar Adolpho de Bulhões Ribeiro	Anatomia descriptiva.

ADJUNTOS

...	Physica medica.
...	Chimica mineral medica e mineralogia.
Francisco Ribeiro de Mendonça	Botanica e zoologia medicas.
Genuino Marques Mancebo	Histologia theorica e pratica.
Arthur Fernandes Campos da Paz	Chimica organica e biologica.
João Paulo de Carvalho	Physiologia theorica e experimental.
Luiz Ribeiro de Souza Fontes	Anatomia e physiologia pathologicas.
...	Anatomia cirurgica, medicina operatoria e apparelhos.
...	Materia medica e therapeutica, especialmente brazileira.
...	Pharmacologia e arte de formular.
Henrique Ladislau de Souza Lopes	Medicina legal e toxicologia.
Benjamin Antonio da Rocha Faria	Hygiene e historia da medicina.
Francisco de Castro Eduardo Augusto de Menezes Bernardo Alves Pereira Carlos Rodrigues de Vasconcellos	Clinica medica de adultos.
Ernesto de Freitas Crissiuma Francisco de Paula Valladares Pedro Severiano de Magalhães Domingos de Góes e Vasconcellos	Clinica cirurgica de adultos.
...	Clinica obstetrica e gynecologica.
...	Clinica medica e cirurgica de crianças.
Luiz da Costa Chaves Faria	Clinica de molestias cutaneas e syphiliticas.
Joaquim Xavier Pereira da Cunha	Clinica ophtalmologica.
Domingos Jacy Monteiro Junior	Clinica psychiatrica.

N. B.—A Faculdade não approva nem reprova as opiniões emittidas nas theses que lhe são apresentadas.

Ao intelligente e distincto laureado Dr. Schreiner, lembrança do Collega Amigo

Brusque

AO LEITOR

Dissertando sobre a cadeira de botanica e zoologia medicas, não tivemos em vista apresentar um trabalho original e completo em materia tão difficil e tão pouco estudada como seja a *acção biologica da luz sobre as plantas e animaes*, mas sim concorrer para estimular nossos vindouros collegas, para que mais habilitados e intelligentes elucidem importantes questões de sciencias naturaes conservadas n'alguma obscuridade.

Na Europa, o medico não se desdoura de applicar seus momentos de ocio ao estudo da natureza; pelo contrario, quasi todos os grandes observadores em zoologia e botanica tem sido filhos de Hippocrates.

Infelizmente no Brazil, onde a natureza se mostra tão rica, o estudo das sciencias naturaes, salvo honrozas excepções, foi e continua a ser despresado, e o muito que se sabe sobre sua flora e fauna è pela maior parte devido á sabios estrangeiros que, desprezando as difficuldades inherentes ás viagens de exploração, arriscam sua vida em pról da sciencia. E nòs que tocamos com a mão em todos os productos naturaes do fertil Brazil; que nascidos em seu seio achamo-nos habituados a seu clima, vemos com indifferença essas usurpações, e quando queremos conhecer melhor nossa patria vamos ler os trabalhos estrangeiros !

E' preciso convencermo-nos que o estudo das sciencias naturaes é a unica base solida em que se apoiam todos os ramos que formam a arvore da medicina; que sem elle não dariamos um passo seguro na arte de curar, fim a que nos propomos, e que finalmente o Brazil é riquissimo em productos medicinaes, até hoje pouco conhecidos.

Ficarei pago de meus esforços, se este humilde trabalho, filho do estimulo do illustrado lente da cadeira de botanica e zoologia medicas d'esta Faculdade, conquistar mais alguns adeptos ao grandioso estudo da natureza.

O Author.

LUZ

O que é a luz ? Tão facil é percebel-a como difficil definil-a. Daremos, em tal conjectura a definição de Ganot, que parece abranger melhor o definido : « A luz é o agente determinante da visão pela acção exercida sobre a retina ».

Pode dar-se o phenomeno visual, sem a intervenção da luz ? Não, absolutamente não, apesar das engenhosas experiencias de Pfaff e Ritter, que parecem demonstrar o contrario ; o primeiro tendo submettido, em 1795, o nervo optico á acção de uma pilha voltaica, notou que o paciente percebia brilhante claridade ; o segundo fazendo penetrar uma corrente energica pela fronte e sahir pela mão, observou as cores verde e azul brilhantes, segundo o logar por onde penetrava a corrente fosse a mão ou a fronte.

Helmholtz, porem, procurando verificar as observações de Ritter, obteve apenas uma serie de cores sem ordem apreciavel.

Não sómente a electricidade, mas tambem excitações puramente mechanicas podem produzir phenomenos semelhantes. Com effeito, a compressão do globo ocular, estimulando o nervo optico, faz com que o experimentador veja succederem-se rapidamente visagens de formas bizarras.

Todas estas experiencias, segundo nós, referem-se antes a phenomenos entopticos do que a percepções visuaes.

Muitas hypotheses foram estabelecidas para explicar-se a visão. Nós julgamos necessario referil-as pelas ideias que encerrão sobre a natureza da luz.

Felizmente, já vae longe o tempo em que acreditou-se ser a visão feita por meio de longos tentaculos de extrema tenuidade dirigidos contra os

objectos. Hoje a nossa passividade em relação a tal phenomeno parece indiscutivel.

Por mais de um seculo perdurou em sciencia a theoria de Newton. O genio do seu autor defendeu-a brilhantemente, conseguindo, por infelicidade, retardar o progresso da luz que era a luz do progresso.

O systema da emissão de Newton traduz-se por uma quantidade prodigiosa de moleculas lançadas dos corpos luminosos em todas as direcções, e animadas de velocidade extraordinaria, aproximadamente 300,000 kilometros por segundo! !

A diversidade das côres era explicada pela dimensão das particulas, e a refracção pela livre passagem dos projectis luminosos entre os espaços intermoleculares dos meios transparentes! Finalmente, a reflexão seria um phenomeno analogo ao da elasticidade, isto é, o dos corpos elasticos encontrando resistencia.

Entretanto, antes de Newton apresentar sua theoria já Descartes se expressava assim : « Os objectos visiveis, assim como os olhos, pelos quaes « elles devem ser percebidos estão sempre mergulhados em um fluido que « se estende de uns aos outros. Esta materia intermediaria é susceptivel de « uma especie de movimento que lhe é proprio e que não pode ser sentido « senão no fundo do olho, do mesmo modo que não póde ser excitado senão « pelos corpos flammejantes ou como taes. Desde que é agitado, o orgão « collocado em qualquer logar que seja da esphera da actividade não deixa « de ser por elle affectado, e nesta occasião a alma percebe e julga a uma « certa distancia e na direcção do movimento que fez impressão o objecto « que é sua causa ».

Não obstante o valor real das ideias de Descartes, foram ellas abandonadas como concepções puramente philosophicas e sem alcance scientifico apreciavel, graças aos engenhosos argumentos apresentados então por Newton.

O systema de Newton não tardou muito a ser batido por Huyghens e Euler, que fundados no calculo resuscitaram a hypothese de Descartes.

Porem, a gloria da simplicidade da theoria ondulatoria coube incontestavelmente a Thomas Young, cujas pesquizas Fresnel e Arago, e mais recentemente Fizeau e Foucault continuaram em França.

O resultado final dos trabalhos d'estes illustres physicos foi a queda completa das ideias de Newton diante da theoria das ondulações, uma das mais brilhantes conquistas da sciencia.

Em theoria moderna, explica-se o phenomeno não mais por particulas

materiaes lançadas contra nós, mas sim por um movimento vibratorio infinitamente veloz de que são animadas as moleculas dos corpos luminosos, movimento este, que se communica ao ether em todos os sentidos e sob a forma de ondas esphericas luminosas.

Estudada summariamente a natureza da luz, passemos ás fontes d'onde ella provem.

Em relação ao homem, podem as fontes luminosas ser grupadas em duas classes perfeitamente distinctas : em uma, acham-se os focos luminosos que tem sua origem nos espaços celestes, ou mesmo no globo terraqueo, mas independentes da intervenção do homem : o sol, as estrellas, as estrellas cadentes, a electricidade athmospherica, os vulcões, a phosphorescencia e a fluorescencia ; na outra, os meios de illuminação creados pela intelligencia do homem em favor de suas necessidades.

A quantidade de luz derramada pelo sol sobre o nosso globo é incontestavelmente superior á somma da de todas as outras fontes naturaes. Isto não importa uma usurpação de luz a essa infinidade de estrellas cuja potencia luminosa é bastante consideravel, possuindo muitas brilho superior ao do sol. A grande distancia em que se acham faz com que sua irradiação seja confundida pela irradiação solar, não podendo, portanto, ser apreciada senão durante a noite, quando cessa a lucta com o grande astro.

As estrellas cadentes, os bolidos illuminam não por sua natureza, mas sim por um facto puramente accidental. Milhares destes pequenos astros movem-se em redor do sol, e quando envolvidos pela atmosphera, encontram resistencia, aquecem-se e inflammam-se; esta resistencia associada á gravitação, não raramente, determina um desvio de marcha, occasionando o encontro da terra.

São bem conhecidos os phenomenos luminosos da electricidade atmospherica. A simples contemplação de uma tempestade demonstra o poder illuminador deste agente. As auroras boreaes, suavisando os longas noites das regiões polares, são ainda manifestações da electricidade atmospherica.

Os vulcões terrestres, são como a electricidade, fontes intermittentes de luz. Quando em erupção projectam fumo, materia ignea e brilhante clarão.

A phosphorescencia, fonte de luz de que nos vamos accupar, é de bastante importancia para certos factos da nossa dissertação.

O caracter especial da luz phosphorescente é a ausencia completa de

calor, que não revela-se aos mais sensiveis thermometros. Seu typo encontra-se no phosphoro d'onde lhe vem o nome.

Além do phosphoro, a possuem certos animaes e vegetaes; algumas substancias mineraes tambem phosphorescem sob a influencia do calor e da luz.

A tão grande diversidade de manifestações devem referir-se causas diversas. Com effeito, Ed. Becquerel, reunindo e estudando o assumpto, classificou-as do seguinte modo: 1º phosphorescencia expontanea, (pyrilampos cryptogamos, etc.); 2º phosphorescencia por elevação de temperatura (diamantes, spatho fluor, etc. superaquecidos). 3º phosphorescencia por effeitos mechanicos (attrito, clivagem, etc.); 4º phosphorescencia por electricidade (attrito do mercurio no tubo barometrico, etc.); 5º phosphorescencia por insolação (sulphuretos de baryo, calcio, etc.).

Seja-nos permittido dizer algumas palavras sobre a phosphorescencia expontanea, porque em outra parte do nosso trabalho teremos necessidade de referirmo-nos a ella.

Entre os animaes a phosphorescencia é muito vulgar, e este phenomeno já foi registrado por Aristoteles e Plinio, em seus trabalhos.

Grande numero de especies marinhas possuem-n'a em gráo mais ou menos elevado, e certos infusorios de pequenhez extrema, vivendo em grande numero no oceano, determinam por sua presença a bem conhecida phosphorescencia do mar. A' natureza e actividade destes seres, liga-se sua maior ou menor acção illuminadora.

Gaymard e Quoy, estando ancorados em Rawac, observaram cuidadosamente o phenomeno, como prova seu interessante trabalho, no qual concluem que o calor influe activamente sobre o poder luminoso destes pequenos viventes.

A' Ehrenberg, porem, deve-se o estudo mais completo relativamente á phosphorescencia dos annelides e infusorios. Submettendo estes animaculos a observações microscopicas, notou ser a claridade circumdante a representação de pequenas faiscas partidas da superficie de seus corpos, e em virtude da semelhança e velocidade com que manifestavam-se, Ehrenberg não duvidou identifical-as a descargas electricas.

Segundo Phipson, o principio photogenico de todos os organismos phosphorescentes é a *noctilucina*. Esta substancia oxydando-se produz a luz, desprendendo acido carbonico. Assim, um phenomeno que até bem poucos annos desafiava a intelligencia de sabios observadores, não passaria

de uma simples oxydação. Lanessan porem, contesta esta opinião, não acreditando que todos os organismos phosphorescentes devam só a oxydação a luz que derramam.

D'entre todos os seres luminosos o que representa papel mais importante na phosphorescencia do mar é um pequeno protozoario, chamado *Noctiluca miliaris*, de corpo transparente, arredondado, semelhante a um grão de tapioca que começa e embeber-se de agua, cujo diametro é de $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{4}$ de millimetro; citaremos de passagem as meduzas, certos molluscos (*Pholadus*, etc.), alguns crustaceos, peixes (*Dionœa*, etc.)

Referindo-se aos *Pholadus* diz o Dr. Chenu: « Os *Pholadus* apre-
« sentam uma outra singularidade, ainda mais inexplicavel do que a ma-
« neira porque penetram na parede, é sua phosphorescencia, porque ha
« poucos molluscos que sejam tão luminosos como elles, assegurando-se
« que as pessoas que os comem crús, onde ha ausencia da luz, parecem
« engulir phosphoro. » (1)

A phosphorescencia animal não é exclusiva ao elemento humido. Apezar da proporção ser muito inferior, a terra possue varias especies dotadas de egual propriedade, pela maioria pertencentes á vasta classe dos insectos. O *Pyrophorus noctiluca*, a *Fulgora laternaria*, o *Lampyris*, são exemplos conhecidos por todos.

Ainda a luz expendida por algumas especies do genero *Agaricus*, pelo latex da *Euphorbia phosphorescente* observada por Martius no Brazil, são exemplos da phosphorescencia.

Stokes estudou uma outra fonte luminosa, a qual denominou *fluorescencia*. Sua importancia é somenos em relação ao assumpto de que nos occupamos, por isso limitar-nos-hemos a estabelecer sómente sua distincção. A fluorescencia termina com o raio luminoso, ao passo que a phosphorescencia persiste depois de sua extincção.

Não dispondo senão das fontes naturaes de luz, o homem ver-se-hia coacto a regular seus actos pelo movimento do sol.

Isto porem, não acontece, tendo elle á sua disposição varias fontes de luz artificial.

Sendo o sol a principal fonte de luz, e muito superior a todas as outras, podemos para nossa dissertação cingir-nos á sua analyse: a esta luz é que se devem referir todas as conclusões ou allusões que fizermos em nosso

(1) Chenu, *Encyclopedie d'Histoire Naturelle* (vol. Crustac. Moll. e Zooph. pag. 231.)

trabalho, exceptuando casos especiaes, nos quaes então nos especificaremos.

A luz solar é branca pela mixtão de cores diversas; mas nem sempre sua acção faz-se sentir pela totalidade de seus raios.

Newton foi quem teve a gloria da decomposição da luz solar. Estudando objectivas de lunetas foi sorprehendido pelo phenomeno, que mais tarde recebeu o nome de *dispersão*. Assim se exprime Newton : « Eu notei « que o que tinha impedido que se aperfeiçoasse os telescopios não era « como se julgava, a falta da figura dos vidros, mas sim a mistura hetero- « genea dos raios differentemente refrangiveis. »

Transcrevamos summariamente o processo elementar em virtude do qual se conhece a composição da luz.

Fazendo penetrar os raios solares em uma camara escura atravez de uma pequena fenda, e interpondo horisontalmente um prisma de vidro transparente e homogeneo, a imagem refractada no plano opposto da camara, será alongada no sentido da vertical, apresentando-se colorida. Esta imagem recebeu o nome de espectro solar.

As cores do espectro são numerosas, entretanto distinguem-se sete principaes que, por ordem da sua maxima refrangibilidade, se acham assim collocadas: violeta, indigo, azul, verde, amarello, alaranjado e vermelho.

As fachas não tem todas egual extensão, sendo a alaranjada menor e a violeta a maior.

O espectro não é constituido exclusivamente por esta porção luminosa, percebida pelo olho no facto da dispersão; alem della, existe a região ultra-violeta e a infra-vermelho. Os raios dimanados d'estas duas regiões, comquanto pouco proprios para a excitação visual, teem comtudo propriedades muito notaveis.

Analysemos separadamente cada uma das regiões :

Região infra-vermelho. — Fazendo percorrer o espectro, um thermometro nimiamente sensivel, da porção obscura ultra-violeta para a violeta e indigo, notar-se-ha que existe calor, mas em proporção extremamente pequena, e não é, senão da parte media do azul em diante que a temperatura se torna francamente apreciavel. Augmenta gradativamente a proporção calorifica até certa zona para depois decrescer, terminando em um ponto affastado do bordo vermelho a uma distancia approximadamente egual á do vermelho ao violeta.

O maximo da temperatura observando-se em um ponto fóra do espectro visivel, prova que o espectro continúa alem da nossa percepção visual. A essa porção do espectro denominou-se região infra-vermelho.

Região ultra-violeta. — Como na experiencia precedente, faça-se passear vagarosamente, não mais um thermometro, mas sim um papel embebido de uma solução de um sal de prata pelo espectro, da região infra-vermelho para a extremidade opposta; em toda esta região o sal não é reduzido, observando-se o mesmo facto até bem proximo do ponto mais illuminado da região luminosa, isto é, continúa inalterado do vermelho ao amarello, onde começa a operar-se a reducção, que se accentua cada vez mais até attingir seu maximo na região ultra-violeta, diminuindo d'ahi em diante. Assim é demonstrada, por sua acção sobre os saes de prata, esta região inaccessivel ao olho.

Região luminosa. — Comprehendida entre as outras duas regiões, suas irradiações não são absorvidas pelos meios refrangentes do globo ocular e provocão por excitação do nervo optico a sensação da luz.

As raias vazias de manifestações luminosas apresentam-se negras. Segundo os trabalhos de Fraünhofer e Herschel, a intensidade luminosa cresce do vermelho ao amarello, para depois decrescer lentamente até o violeta, constituindo ahi o minimo de intensidade luminosa.

Em conclusão, o espectro solar possue tres generos de propriedades: *chimicas, calorificas e luminosas.*

Acção biologica da luz sobre os vegetaes

O sol irradia sobre a Terra. Esta proposição, tão simples quão verdadeira, encerra entretanto em si um phenomeno bem complexo. Calor, luz e acção chimica são propriedades diversas de uma mesma causa, a *irradiação*, cuja differença limita-se apenas ao gráo de refrangibilidade. Sua acção manifesta-se ora separada, ora associadamente; nos raios azues tem-se um exemplo porquanto elles são luminosos, pouco quentes e reductores.

Foi esta a razão que levou o professor Van Tieghem a estudar sob a denominação de *irradiação*, caracterisando por sua refrangibilidade propria, todos os phenomenos que se prendem á acção solar sobre as plantas. Demais, acrescenta elle, « Para as plantas estas propriedades subjectivas não « existem. Não tendo systema nervoso, não conhecem ellas, a sensação que « chamamos calor e luz. A irradiação solar exerce sobre ellas certos effeitos « que differem com a refrangibilidade, e que devemos separar e estudar « isoladamente. Nada de mais, porem tambem nada de menos. O emprego « das palavras calor, luz, acção chimica, no sentido ordinario destas « expressões, não faz senão trazer confusões, sem numero, porque é bem « difficil generalisar bastante o sentido de qualquer d'estas palavras para « o desprender inteiramente do sentido particular que todos lhe dão.»

Apezar das experiencias de Melloni, a semelhança entre a luz e o calor é ainda extremamente manifesta, accrescendo á difficuldade da questão a coexistencia das manifestações. Porem, a identidade do phenomeno biologico ou a não differenciação, em grande numero de casos,

existe antes na defficiencia relativa da observação humana do que na identificação absoluta do proprio phenomeno.

Onde pára uma? Onde começam as outras? E' o que procuraremos precizar, ao menos, tanto quanto permittirem os elementos scientificos actuaes.

Se elles não são ainda sufficientes para a distincção na totalidade dos factos, são entretanto bastante numerosos para que sejam analysados separadamente, e não como propõe o professor Van Tieghem, reunidos debaixo da denominação—*irradiação.*

Suppondo que a simplificação do professor Van Tieghem importa prejuiso para o estudo do assumpto, não o acompanharemos senão nos casos em que a distincção for impossivel com os dados da sciencia actual.

Quando se experimenta com luz artificial, a determinação previa da natureza e qualidade das irradiações que distribue, é necessaria, antes de fazel-a actuar sobre a planta que se observa.

As irradiações elementares das fontes artificiaes são identicas ás solares, accrescendo porem, que não sendo tão absorvidas pela atmosphera, os raios menos refrangiveis, áquem do limite da zona infra-vermelho, e os mais refrangiveis alem do limite da zona ultra-violeta, tornam-se por esse facto mais facilmente observaveis.

Os methodos principaes, para fazer actuar irradiações de refrangibilidade determinada sobre as plantas, são dois:

1.º *Espectro do prisma.* — Praticado por grande numero de observadores, o methodo do prisma é defficiente e tem alem d'isso serias difficuldades. A necessidade de pureza implica a necessidade de pequeno orificio para a penetração luminosa; d'ahi a fraca intensidade das irradiações, que accarreta, *ipso facto*, a apreciação imperfeita do phenomeno. Se para obviar a este defeito augmenta-se a fenda para dar maior intensidade ás irradiações, o espectro apresenta-se mascarado, e o rigor da observação torna-se impossivel. Em conclusão, este methodo consiste em separar por planos opacos as diversas regiões do espectro do prisma, e expôr o vegetal ás zonas desejadas. Quer a luz solar, quer a artificial teem servido, por sua vez, para a execução d'este processo, tendo apenas o cuidado de fixar o espectro por meio de um heliostato, quando se procura experimentar com a primeira d'essas fontes.

2º *Meios absorventes.* — Basea-se este methodo na propriedade, que possuem algumas substancias de absorver certos feixes luminosos,

deixando passar exclusivamente outros previamente conhecidos. Muito mais commodo do que o precedente, apresenta sobre elle vantagens consideraveis. Alem de simples, tem a superioridade incontestavel de poder agir sobre superficies mais extensas.

Quando empregamos este methodo, duas hypotheses se podem dar: a luz determinada actua sobre uma porção limitada do vegetal, ou em sua totalidade; d'ahi dois modos diversos de operar.

No primeiro caso, dispõe-se a planta em camara apropriada de modo a receber a luz coada por um plano absorvente, antecedentemente fixado á fenda ou orificio por onde deve penetrar a luz da fonte escolhida; no segundo, isto é, quando a luz deve actuar sobre a totalidade do vegetal, usa-se de campanulas especiaes, que podem ser de vidro duplo, deixando entre uma e outra folha um espaço vasio destinado a receber o liquido conveniente á experiencia que se pretende fazer, ou então de vidro colorido exclusivamente de vermelho escuro pelo protoxydo de cobre, que permitte a passagem dos raios vermelhos e infra-vermelhos absorvendo todos os outros raios luminosos. Qualquer outra coloração que se dê ao vidro da campanula, permittindo a passagem a muitos feixes luminosos, impossibilita a observação rigorosa.

Os melhores liquidos são aquelles, que se obtem pela dissolução na agua, de substancias corantes, escolhidas de accordo com os raios que se querem approveitar. Os planos absorventes assim constituidos têm a dupla vantagem de sustar pela agua os raios calorificos da zona infra-vermelho, e pela natureza da materia em dissolução, outros raios de qualidades variaveis.

Segundo Wiesner, eis os principaes planos absorventes: 1º Solução de bi-chromato de potassio, absorve todos os raios luminosos, menos os comprehendidos do vermelho ao meio do verde; 2º Solução concentrada de sulphato de cobre ammoniacal e de bi-chromato de potassio, côa unicamente o verde em quasi sua totalidade; 3º Solução de acetato duplo de nickel e uranio e de bi-chromato de potassio, deixa passar o amarello, o alaranjado e alguns raios do vermelho e do verde; 4º Solução de bi-chromato e de permanganato de potassio, isola a luz vermelha; 5º Solução ammoniacal de sulphato de cobre, absorve toda a irradiação a excepção da ultra-violeta, violeta e azul; 6º Solução de azul da Prussia em acido oxalico, dá passagem ao azul acompanhado de pequena porção de verde; 7º Solução concentrada de iodo no sulphureto de carbono, impede a travessia dos

raios ultra-violeta e luminosos, dando ao mesmo tempo livre passagem á maior parte dos raios thermicos infra-vermelhos.

Ainda existem outras soluções, mas aquellas que separam, por sua vez, os raios amarellos, violetas e ultra-violetas não são conhecidas.

O methodo do espectro e dos planos absorventes tem contribuido largamente para a distincção da acção dos phenomenos bio-chimicos das irradiações em relação ao reino vegetal, a elles devemos o conhecimento completo do factor radiante necessario á germinação dos esporos das Hepaticas e dos Fetos. E' finalmente pelo aperfeiçoamento destes methodos que a sciencia futura poderá distinguir as acções luminosas das calorificas.

Ditas estas poucas palavras sobre planos absorventes, passemos immediatamente a outra ordem de factos.

A vegetação é a traducção de combinações chimicas effectuada pelos elementos cellulares a custa da agua, acido carbonico, acido azotico e outras substancias muito oxygenadas. Uma certa proporção de oxygenio eliminada no começo, é mesmo o unico signal externo do trabalho em virtude do qual, no protoplasma cellular, combinações muito oxygenadas se transformam n'outras menos ricas d'esse elemento. Este phenomeno está directamente subordinado á intensidade com que as irradiações solares penetram nas cellulas de chlorophylla; donde se vê que, a cellula chlorophyllada é o laboratorio em que a luz actua, libertando o oxygenio.

A funcção biologica da luz não se limita exclusivamente a assimilar; vae mais longe ainda, determinando a creação do proprio apparelho assimilador.

Duas importantes questões devemos aqui resolver: como se produz a chlorophylla, e qual sua funcção biologica.

Sabe-se, que os leucitos são productos do protoplasma fundamental.

Nascidos por condensação e separação ao redor da massa protoplasmatica fundamental, affectam formas diversas perfeitamente viziveis em virtude de sua maior refrangencia.

Existindo no meio que lhes deu origem elles constituem individualidades distinctas, caracterisadas por propriedades especiaes. Quando é grande o desenvolvimento da cellula que lhes deu origem, elles por sua vez, acompanhando o crescimento, reproduzem-se por separação dupla, reproducção que se continua nos novos leucitos. Segundo sua funcção, estes elementos se dividem em activos e passivos ou grãos de aleurona: os primeiros são os unicos capazes de se multiplicarem por separação, e os

que nos interessam presentemente. Os leucitos activos se transformam, em condições determinadas, em chromoleucitos por materias corantes que elaboram, ou então permanecendo incolores, applicam sua actividade funccional na producção do amido, propriedade esta que não perdem pela coloração.

Estudando os leucitos em planta anemica, observa-se, que de incolores passam ao amarello pela presença da xanthophylla que então se forma; certas antheras, o *Hellianthus annuus*, etc., devem a côr que possuem á persistencia dos xantholeucitos. Porém, aqui não terminam suas transformações, porquanto submettidos á acção de luz e de temperatura conveniente, os xantholeucitos tomam o estado de corpos chlorophyllianos, podendo tambem os leucitos incolores nessas condições, soffrerem a mesma metamorphose, como se observa em certas *Algas*.

Fremy acredita, que a côr verde dos leucitos chlorophyllados é devida á presença simultanea de duas substancias córantes diversas, que elle denominou *phylloxanthina* e *phyllocyanina*, explicando a variedade da côr verde dos vegetaes pela maior ou menor proporção destas substancias. (Comptes rendus de 1860).

Segundo Pringshein, a côr amarellada que tomam as folhas das plantas que se estiolam, por ausencia da luz, não é devida a xanthophylla, mas sim a uma materia corante especial, simples modificação da chlorophylla, chamada por elle—*estiolina*.

Estudada assim a primeira questão, passemos immediatamente á segunda.

A chlorophylla, uma vez constituida, actua sobre a irradiação incidente absorvendo-a em parte para a utilisação do trabalho chimico de que carece o organismo vegetal, emquanto que o resto atravessa-a sem modificar-se.

A absorpção luminosa pela chlorophylla e sua natureza, determina-se com uma solução de chlorophylla, ou então com o proprio orgão vivo.

Em qualquer das duas hypotheses é a analyse do feixe luminoso que transpoz o plano chlorophylliano, por meio do prisma, que traduz o phenomeno.

Dissemos já, que a absorpção radiante pela chlorophylla era necessaria para a realisação de certas transformações bio-chimicas cujo termo final cifra-se na decomposição do acido carbonico. De facto, o acido carbonico do ar e da agua, que envolvem o vegetal, é absorvido, ao passo que a decomposição do mesmo acido contido na planta se vae operando a custa

da acção luminosa. Esta mudança bio-chimica tem por fim a fixação do carbono, trazendo como consequencia a liberdade do oxygenio.

Foi Bonnet, quem primeiro observou que os vegetaes immersos n'agua desprendiam gaz. A descoberta de Priestley, em 1772, encerra um facto de alta importancia. De suas experiencias, concluiu que os vegetaes não só não impurificam o ar, como até o tornam mais puro, dando-lhe suas propriedades quando alterado pela respiração animal, e mais ainda, que esta funcção vegetal é a causa mais poderosa da homogeneidade permanente da atmosphera.

De Saussure demonstrou que nas cellulas chlorophyllianas não ha somente absorpção de acido carbonico e desprendimento de oxygenio, mas tambem, augmento de peso na materia organica. O mesmo author provou que só as partes verdes são capazes de desprender oxygenio.

Comquanto ainda hypothetica, devemos assignalar a idéa de Boussingault, contestada por Theodoro De Saussure, sobre a decomposição de uma porção d'agua contida nos vegetaes á custa dos raios absorvidos pela chlorophylla, sendo aproveitado por esse facto o hydrogeneo e libertado o oxygenio.

E' ainda á chlorophylla que os vegetaes devem grande parte de seu amido. Sabe-se, que esta substancia pode provir, tanto dos leucitos incolores, como dos leucitos coloridos, e n'estes principalmente dos corpos chlorophyllianos. A evolução dos corpos amyloides, se faz semelhantemente, quer se trate de leucitos incolores, quer de leucitos coloridos, desenvolvendo-se na peripheria ou em seu seio. Em conclusão : a producção do amido póde ser tambem funcção chlorophylliana.

Isto posto, vejamos qual a acção biologica da luz sobre a chlorophylla e suas funcções.

Affirmamos já, que a luz determinava a creação da chlorophylla. Com effeito, é de observação geral que as plantas Monocotyledoneas e Dicotyledoneas que vegetam na obscuridade apresentam-se amarellas.

Para observar-se esta chlorose vegetal basta lançar mão das mais elementares experiencias que por simples tornam-se mais convincentes. Neste caso estão as observações methodicas e concludentes de Wiesner, que vamos expor.

Assim se exprime o professor da Ecole Nationale Forestière, quando a ellas se refere em seu trabalho : « Este habil experimentador, servin-

« se para observar os raios luminosos, de um frasco de dupla parede
« contendo uma solução de iodo em sulphureto de carbono (Processo
« de Tyndall). Os grãos germinados na obscuridade completa, eram
« collocados no interior do frasco, que se expunha em seguida, durante
« seis horas consecutivas á luz solar directa. O thermometro muito
« sensivel cujo reservatorio mergulhava no interior do frasco, accusava
« um augmento de 15º centigrados na temperatura do ar do dito
« frasco. Em caso nenhum Wiesner pôde observar a menor formação
« de chlorophylla. Depois de haver experimentado á luz solar o author
« experimentou com luz artificial, gaz, afim de ter a sua disposição
« uma fonte luminosa cuja intensidade permanecesse constante du-
« rante muito tempo sem interrupção, o que não acontece com a luz
« solar. Segundo as observações de Tyndall, o poder illuminador das
« fontes luminosas terrestres é muito fraco em relação ao seu poder
« calorifico, no gaz a relação dos raios luminosos para os raios calorificos é
« de 4:96, ou 24 vezes menor. e Wiesner operou em cäva cuja temperatura
« permanecia constante (15º a 17º centigrados) ; suas experiencias duraram
« por espaço de 120 horas consecutivas. Escolheu para seus ensaios,
« *Phaseolus*, *Zea*, *Lepidium*, *Hordeum* etc., germinados na obscuridade
« absoluta, e não verificou um só caso de enverdecimento dos germens sob
« a influencia dos raios calorificos do gaz. Wiesner assegurava-se da
« presença ou ausencia da chlorophylla, fazendo extractos alcoolicos e
« examinando-se eram ou não fluorescentes. »

As idéas de Humboldt e outros authores sobre a producção da chlorophylla na obscuridade não são pois verdadeiras ; e os embryões verdes de muitos vegetaes não demonstram o facto, como então se pretendia, visto que a luz atravessa o obstaculo opposto pelo carpello e *test* do grão com intensidade sufficiente ainda para colorir o embryão.

As proprias experiencias de Böhm vem em nosso auxilio, provando que os embryões do *Astragalus*, *Raphanus*, *Acer* e *Celtis* não tornam-se verdes submettidos á obscuridade. Böhm tendo notado que os cotyledoneos do *Pinus pinea* não se tornavam verdes, quando germinados em temperatura de 5º a 7º Reaumur, pretendeu concluir a nenhuma influencia da luz sobre a formação dos grãos chlorophyllianos. Böhm, porém, parece ter desconhecido a importante lei *de uma proporção necessaria de calor*, como necessidade absoluta.

Tendo, o professor Sachs, submettido na obscuridade, germens de milho

estiolado, na temperatura de 24º a 35º centigrados, verificou que não se coloriam de verde. Os mesmos germens, quando conservados debaixo da mesma temperatura, em lugar onde penetrasse luz fraca, coloriam-se no fim de hora e meia, adquirindo a côr normal no fim de cinco horas. Se a temperatura fosse de 16º a 17º centigrados, começava a manifestar-se a chlorophylla no fim de uma hora; se de 13º a 14º, só depois de sete horas, e finalmente abaixo de 6º centigrados, as folhas permaneciam quinze dias sem manifestar modificação sensivel. Esta proporção de calor necessaria, varia segundo a especie vegetal.

D'aqui não se póde inferir tambem que o calor seja o agente determinante da chlorophylla, porque por si só não basta para a execução do phenomeno; é antes um factor essencial em virtude do qual a vida dos leucitos activos é sufficientemente sustentada para a producção da chlorophylla.

Não obstante, o professor Sachs acredita que fazem excepção a regra geral produzindo chlorophylla na obscuridade, os *Pinus pinea*, *Canadensis* e *Silvestris*, *Thuya Orientalis* e *Strobus*, julgando tambem que o mesmo se dá em relação aos renovos do *Fœtus*.

O professor da Ecole Nationale Forestière procurando explicar esta producção excepcional de chlorophylla sem intervenção luminosa assimillou o phenomeno á aquelle que se dá em relação a certas substancias que, expostas ao sol, absorvem, condensam e retêm uma certa somma de raios luminosos produzindo em occasião determinada os effeitos attenuados da propria luz. A seguinte experiencia vem corroborar essa hypothese, ou pelo menos, provar que por acção identica se póde formar chlorophylla na ausencia da luz. Wiesner preparou, na obscuridade, germens sem chlorophylla e os distribuiu do seguinte modo: uns em frasco especial de dupla parede, enchendo com solução de iodo no sulphureto de carbono o espaço contido entre as paredes do frasco; outros foram expostos durante duas horas á acção da luz diffusa fraca, sendo depois depositados em um vaso semelhante ao primeiro. Expostos assim ambos os frascos á acção da luz do gaz, observou que, os germens que não tinham sido expostos anteriormente á luz solar não produziram chlorophylla, ao passo que aquelles que soffreram a acção luminosa, manifestaram chloropylla em quantidade bem apreciavel.

A luz artificial tambem produz chlorophylla, posto que mais difficilmente.

Em resumo, a differenciação do protoplasma, bem como a substancia corante amarella — a xanthophylla — pode dar-se na obscuridade, sendo a intervenção luminosa somente necessaria para a producção da chlorophylla.

Observando-se, ainda, uma planta que se estiola na obscuridade, nota-se que não só cessa o desenvolvimento da chlorophylla como tambem que, aquella preexistente soffre um processo de regressão, desapparecendo do vegetal. Nestas condições as partes verdes dos vegetaes, subtrahidas á luz, passam a verde desmaiado, mancham-se de amarello até completa substituição desta côr pela verde que existia. Opera-se ao lado da extincção uma verdadeira dissolução da materia chlorophylliana no seio da cellula.

Assim pois, além do papel capital que tem a luz na producção dos corpos chlorophyllianos é ainda por seu concurso que elles mantem-se no vegetal.

Pensa-se, que o phenomeno da desorganisação da chlorophylla não é absoluto, em virtude das seguintes experiencias: um *Cactus speciosus* permanecendo na obscuridade durante tres mezes conservou a coloração verde das folhas que possuia, e só aquellas nascidas durante a experiencia mostravam-se estioladas; uma *Selaginella* em identicas circumstancias permaneceu verde durante quatro mezes.

Estas observações, a nosso vêr, não são bastante concludentes, porquanto podem existir causas inherentes a certos vegetaes, tornando-os mais aptos para a lucta do novo meio, ou mesmo certas condições que os tornam mais resistentes ás acções que, sobre outras especies mais fracas fariam cessar os phenomenos vitaes. Pode-se ainda levar em conta o pouco tempo da experiencia para vegetaes, como o *Cactus*, cuja vida se faz tão descansadamente. Demais, admittindo mesmo estas raras excepções, parece-nos que ellas não devem invalidar a regra geral.

Quaes os raios que mais influem sobre a producção do elemento verde? Segundo os trabalhos de Daubeny, Guillemain, Gardner, Sachs, Hunt, Pfeiffer, Clöez, Gratiolet, etc., parece, que o maximo de actividade existe nos raios amarellos, acreditando Draper de New-York que o maximo jaz na extremidade amarella proximo ao verde.

A materia combustivel do vegetal elabora-se em seu organismo á custa do acido carbonico e da agua. O phenomeno externo desse trabalho é o desprendimento de oxygenio, como já dissemos, que se elimina pela cellula chlorophylliana sob a influencia da luz. D'ahi a estreita relação entre a luz e a chlorophylla para o phenomeno da assimilação. Com effeito, a luz por si

não basta para a producção do phenomeno, assim como a chlorophylla não trabalha senão influenciada pela excitação luminosa.

Os productos elaborados por desoxydações á custa da chlorophylla constituem o material combustivel que deve ser levado a outras partes da planta que delle necessitam para seu crescimento. E' assim que os tuberculos lenhosos, as flores, muitos fructos, dependem da luz, posto que indirectamente. Foi Ingenhouz quem primeiro demonstrou a necessidade da luz para a producção do phenomeno. Para demonstral-o basta a seguinte experiencia : colloquem-se algumas folhas verdes dentro de um frasco de vidro cheio de agua, ou melhor ainda cheio de uma solução de acido carbonico, devendo ter o frasco a bocca obturada, salvo o espaço necessario para passar um tubo curvo, que permitta recolher, sob uma campanula, o gaz que se desprenda. Disposto assim, o apparelho, exponha-se aos raios solares. Pequenas bolhas formam-se na superficie das folhas, d'onde desprendem-se e atravessam o liquido, vindo reunir-se no espaço limitado pela campanula. Se a acção luminosa cessar, cessa tambem o desprendimento gazoso. Quanto á natureza do gaz recolhido verifica-se facilmente ser oxygenio, pela acção exercida sobre o acido pyrogallico.

A libertação do oxygenio pela chlorophylla é um phenomeno tão conhecido que, referindo-se a elle, assim se exprime J. Sachs :

« Esta eliminação de oxygenio pelas partes verdes, sob a influencia
« da luz, tem sido tão frequentemente observada que acho inutil me
« estender sobre este assumpto ».

Ainda podemos provar directamente a necessidade absoluta da luz na execução do phenomeno pela marcha do desenvolvimento das plantas verdes, na obscuridade. Os grãos germinados assim, tem folhas, raiz, etc., proporcionaes á massa do grão, e quando acaba-se o material armazenado estaciona o desenvolvimento, que só pode ser continuado á custa da luz. A germinação fazendo-se na claridade, até um certo ponto, e transportado o novo vegetal para a obscuridade, elle ahi continuará a crescer sómente emquanto durar a provisão accumulada.

Mesmo aquellas plantas que o professor Sachs julgou produzirem chlorophylla na ausencia da luz, estão sujeitas á regra geral.

A propriedade da eliminação do oxygenio, convem sómente ás partes verdes dos vegetaes como demonstrou De Saussure por numerosas experiencias ; e o oxygenio desprendido por folhas de côres diversas ainda se deve referir a uma certa proporção de chlorophylla que ellas contenham,

sendo por isso a quantidade de oxygenio directamente proporcional á chlorophylla que encerram.

Alem de não produzirem material combustivel na ausencia da luz, as plantas verdes ainda perdem uma parte delle pela respiração. Boussingault demonstrou este facto por valiosas experiencias (Comptes rendus de 1864, t. 58 — pag. 883). Transcrevamo-las como o fez o professor Sachs em sua Physiologia vegetal a pags. 21 e seguintes :

« 1º Dez ervilhas depois de vegetar de 5 de Maio a 1º de Junho, em « uma camara escura, perderam 59,9 % de sua materia organica, as « plantas attingiam a um metro de altura.

I	*Pezo da substancia dissecada a 110° centigr.* Grammas	CONTENDO EM GRAMMAS				
		Carbono	*Hydrogeneo*	*Oxygenio*	*Azoto*	*Cinzas*
Ervilha antes da experiencia	2,237	1,040	0,137	0,897	0,094	0,069
Planta estiolada..............	1,076	0,473	0,065	0,397	0,072	0,069
Perda..........................	1,161	0,567	0,072	0,500	0,022	0,000

« II. 46 grãos de trigo, em camara sombria, de 5 de Maio a 25 de « Junho, plantas estioladas, 2—3 decimetros de altura. »

II	*Pezo da materia dissecada a 110° centigr.* Grammas	CONTENDO EM GRAMMAS				
		Carbono	*Hydrogeneo*	*Oxygenio*	*Azoto*	*Cinzas*
Grãos antes da experiencia..	1,665	0,758	0,095	0,718	0,057	0,038
Plantas estioladas............	0,713	0,293	0,043	0,282	0,057	0,038
Perda	0,952	0,465	0,052	0,436	0,000	0,000

« III. Um grão de milho de 2 a 22 de Junho, planta alta de 20 cen-
« timetros. »

III	*Pezo da materia dissecada a 110° centigr.* Grammas	CONTENDO EM GRAMMAS				
		Carbono	*Hydrogeneo*	*Oxygenio*	*Azoto*	*Cinzas*
Grão	0,5292	0,2354	0,0336	0,2420	0,0086	0,0096
Planta	0,2900	0,1448	0,0195	0,1160	0,0087	0,0100
Perda	0,2392	0,0906	0,0141	0,1260	0,0001	0,0004

« IV. A experiencia seguinte é particularmente concludente, a 26 de
« Junho duas favas foram semeadas na pedra pome, que havia sido aquecida
« a vermelho, regada com agua distillada. Uma se desenvolve á luz, outra
« na obscuridade até 22 de Julho. »

LUZ			OBSCURIDADE		
Pezo do grão	0,922	grs.	Pezo da grão	0,926	grs.
Pezo da planta	1,293	»	Pezo da planta	0,566	»
Ganho	= 0,371	grs.	**Perda**	= 0,360	grs.
Carbono	= 0,1926	»	Carbono	= 0,1598	»
Hydrogeneo	= 0,0200	»	Hydrogeneo	= 0,0232	»
Oxygeneo	= 0,1591	»	Oxygeneo	= 0,1766	»

« Sem nenhum estrume, a planta pois fixou, á luz, carbono e os ele-
« mentos d'agua, emquanto que a que vegetou na obscuridade perdeu o
« carbono e estes mesmos elementos. »

Aqui como na producção da chlorophylla, existe uma questão importante, a saber : qual os raios que actuam mais energicamente na producção do phenomeno ?

Draper notou que molhando folhas verdes em uma solução de acido carbonico na agua, e expondo-as separadamente ás diversas porções do espectro, o phenomeno não se dava nas partes violeta e vermelha, e

mais que, o maximo da influencia luminosa, tinha lugar na região amarella do espectro.

Daubeny, em virtude de sua observação, acredita que dentre os raios coloridos são os alaranjados que actuam com maior energia ; que os raios vermelhos são inactivos e finalmente, que a luz branca tem maior poder do que a colorida. Sachs não acredita no rigor scientifico das experiencias de Daubeny.

Clöez e Gratiolet pensam que ao menos para as plantas aquaticas que elles estudaram, a acção da luz branca é superior á dos raios coloridos, e que o valor destes deve ser distribuido pela maneira seguinte : amarello, vermelho, verde e azul.

Sachs, servindo-se de um apparelho especial para estudar o desprendimento das bolhas gozosas sob a influencia dos raios azues e alaranjados, chegou ao seguinte resultado: quanto maior obstaculo houver na passagem dos raios vermelhos, alaranjados e amarellos tanto menor será o desenvolvimento gazoso. Ao passo que a maior concentração de bi-chromato de potassio e portanto impedimento aos raios violetas e azues, corresponde maior energia de acção no desprendimento do gaz.

Relativamente ao grupo de raios que influe mais directamente sobre o augmento da materia vegetal, segundo as recentes observações de Paul Bert, deve-se attribuir as acções necessarias a vida vegetal a uma facha occupando pouco mais ou menos o quarto do vermelho espectral.

Para provar esta asserção o professor P. Bert, collocou uma *Mimosa pudica* em uma lanterna de vidros verdes, e vio esta planta adoecer, tornar-se insensivel e morrer em tres ou quatro dias. Todas as plantas verdes soffrem a mesma acção da luz verde, posto que resistam mais do que a sensitiva.

Em outra experiencia fez o vegetal receber a luz coada por vidros vermelhos. N'este meio as sensitivas e mais plantas viveram e cresceram, produzindo folhas novas por espaço de mais um mez.

Ora, examinando pelo espectroscopio os vidros de que tinha usado, notou elle que o vidro vermelho interceptára os raios violeta, azul, verde e amarello, só deixando passar o côr de laranja e o vermelho ; o vidro verde deixava passar todos excepto os tres quartos do vermelho, a partir da extremidade do espectro.

O vidro vermelho bastava para a vida do vegetal ; o verde aniquillava-a ; d'onde se segue que é nessa região interceptada pelo vidro

verde, que se acha a região indispensavel á vida, isto é, á decomposição do acido carbonico pela chlorophylla.

Ora, a chlorophylla analysada no espectroscopo, mostra uma larga facha de absorpção, situada justamente na região absorvida pelo vidro verde. D'ahi, concluio P. Bert que não o amarello, como asseveram todos os physiologistas, mas um quarto sómente do vermelho actua sobre a formação da materia organica dos vegetaes.

Foi mais longe, acreditando que sem essa parte de vermelho na luz solar, a vida sobre a terra extinguir-se-hia, posto que os effeitos luminosos da luz branca não ficassem quasi modificados.

Do que fica dito deduz-se o valor diverso das regiões espectraes em relação a esta funcção chlorophylliana.

O professor Van-Tieghem, chegou ás seguintes conclusões sobre o valor relativo da intensidade e refrangilidade das irradiações na separação dos elementos do gaz carbonico:

Entre os dois extremos de irradiações aproveitaveis, a decomposição do acido carbonico é directamente proporcional á sua intensidade;

Os extremos e optimo da intensidade são dependentes da natureza do vegetal;

As irradiações mais facilmente absorvidas pela chrorophylla, são as que mais favorecem a producção do phenomeno;

A intensidade luminosa necessaria é muito superior áquella de que precisa o vegetal para a producção da chlorophylla;

A intensidade thermica associando-se ás irradiações, melhor absorvidas, auxiliam seu funccionalismo;

O papel da luz artificial na producção desta funcção da chlorophylla, não tem sido convenientemente estudado.

As experiencias de De Candolle, que fez actuar a luz de seis lampadas d'Argant sobre folhas de *Lycium barbarum*, *Euconnys punctata*, *Aristolochia sypho*, e *Sempervivum arboreum*, não obtendo diminuição de oxygenio; as de Biot (Memoria apresentada á Academia de Sciencias, 1806), que collocou n'agua folhas de *Agave americana*, illuminando-as depois pelo foco de seu apparelho geodesico de signaes, sem obter producção gazosa, parecem provar a nenhuma influencia da luz artificial na manifestação do phenomeno.

Procurando explicar este facto, invocou-se a pouca quantidade de raios chimicos que possue a luz artificial. Este argumento, porém, não procede; porquanto já vimos que estes raios nada influem na eliminação do oxygenio.

Uma propriedade especial, inherente á irradiação solar, foi então proposta para a interpretação de seu modo de agir.

Tal explicação só poderá ser admittida depois de observações mais rigorosamente scientificas. Por exemplo: depois de fazer varios grãos germinarem na obscuridade, submettendo-os ulteriormente á acção prolongada de fontes luminosas de grande intensidade.

Enumeramos entre as propriedades funccionaes da chlorophylla, a producção do amido.

Analysemos agora o papel da luz em relação aos factos.

Em 1862, o professor Sachs, fazendo germinar na obscuridade grãos de *Cucurbita pepo*, *Phaseolus vulgaris*, *Zea maïs*, *Helianthus annuus*, etc., etc., até o ponto estacionario, ponto que corresponde a despeza total do amido contido no grão, encontrou a divisão do protoplasma em granulações amarellas e ausencia completa da substancia amyloide. Se prolongar-se este estado critico do vegetal pela permanencia na obscuridade, elle definhará sem haver formado amido; se, pelo contrario, fôr transportado para lugar illuminado, os grãos chlorophyllianos tornar-se-hão verdes e augmentarão de volume. Em taes condições, não só a luz concorreu para a producção da chlorophylla, como tambem determinou por sua acção a producção do amido.

O mesmo author, em 1864, observou que bastavam quarenta e oito horas de obscuridade para desapparecer o amido da chlorophylla do *Tropœolum majus*, *Nicotiana tabacum* e *Geranium peltatum*, sob uma temperatura de 25° a 28° C. Conservados assim durante cinco dias na obscuridade, foram depois transportados á luz por igual espaço de tempo, no fim do qual verificou a reapparição do amido.

A experiencia mostra que a luz póde bastar para dar a côr verde á chlorophylla e ser ainda insufficiente para que esta produza amido; o que prova que a luz não influencia indirectamente produzindo chlorophylla, mas sim por acção directa sobre a chlorophylla já formada.

Vimos que a chlorophylla actua sobre o acido carbonico e a agua.

Acredita se que da reducção da mistura desses corpos, graças ao hydrogeneo chlorophylliano, resultariam os acidos: oxalico, glycolico,

glyoxylico, o glyoxal, o glycol, o aldehydo acetico, o alcool, e finalmente como diz Claude Bernard: « Todos os corpos organicos ternarios poderiam « se formar por este simples mechanismo da desoxydação pelos grãos de « chlorophylla, mais ou menos profunda, segunda a influencia dos raios « luminosos, das diversas associações de agua e acido carbonico que o « protoplasma deixa penetrar até o orgão da reducção. »

Entre estes corpos, a glycose seria a primeira a tomar nascimento; por combinação com o acido carbonico e perda de agua, a glycose daria acido pyrogallico. Com effeito, sabe-se que o acido gallico dos renovos da primavera, é associado a grande proporção de glycose.

Resumindo, a glycose seria o ponto de partida de uma serie de acidos, que sob a influencia dos leucitos incolores, transformar-se-hiam em assucar.

Não obstante, qualquer que seja a hypothese estabelecida para a interpretação dos factos, em nada prejudica a verdade de que o protoplasma chlorophylliano *forma inquestionavelmente* substancias organicas carbonadas, recebendo da irradiação solar a força chimica para a dissociação dos elementos do acido carbonico e a energia sufficiente para a execução destes phenomenos.

Provando, Pasteur, que o protoplasma incolor, sem auxilio da luz, pode formar todas as substancias existentes nos vegetaes e animaes, substancias muito complexas, como sejam, *materias proteicas*, *cellulose*, *albumina*, *fibrina*, *materias gordas*, *etc.* (Comptes Rendus 1876), á simples vista parece que se deve concluir como desnecessario o papel da cellula verde, influenciada pela luz, nas syntheses organicas vegetaes. Sua necessidade absoluta resulta entretanto da observação detalhada do phenomeno. Nas experiencias de Pasteur, a substancia primeira era um producto carbonado bastante elevado, alcool, acido lactico, acido acetico; a vida tornar-se-hia incompativel se o principio fosse um composto carbonado mais simples (CO^2).

Repitamos, sómente a chlorophylla tem o poder de formar as syntheses dos principios carbonados ou ternarios tendo por base corpos mais ou menos oxygenados (CO^2), e este será o ponto de partida para a execução das syntheses quaternarias pelo protoplasma incolor.

Para viverem, os vegetaes sem chlorophylla esgotam, os elementos necessarios á sua vitalidade do individuo que os sustenta ou do meio que

os cerca. Assim são elles verdadeiros parasitas vegetaes; porquanto segundo Boussingault e outros, a chlorophylla é a unica materia capaz de fornecer de carbono os vegetaes, creando, com os elementos mineraes tirados ao ar, á terra, á agua, os principios immediatos.

Irradiação solar e chlorophylla são pois os elementos primordiaes deste poder creador.

Assim, a irradiação luminosa é absolutamente necessaria para a producção de materias organicas vegetaes, ainda que tal necessidade manifeste-se indirectamente.

O estudo da acção mediata oü directa da luz não tem sido convenientemente feito em relação a formação dos outros productos organicos vegetaes como em referencia ao amido chlorophylliano.

Existem observações esparsas e relativas sómente a um numero muito limitado de principios vegetaes.

Não conhecendo o modo nem o rigor destas experiencias, citaremol-as por isso, sob a forma de proposições, sem tornar-nos responsaveis por sua sustentação.

A luz solar provoca rapidamente a transformação do amido dissolvido, em dextrina e assucar (Corvisart e Niepce de St. Victor).

Debaixo de elevada temperatura, e em presença de agente oxydante, a luz destroe o acido oxalico (Corvisart e Niepce de St. Victor).

A luz influencía sobre uma solução alcoolica ou aquosa de tannino determinando maior absorpção de oxygenio e menor desprendimento de acido carbonico. (J. Sachs).

O oleo de alfazema fixa mais facilmente oxygenio quando está em presença da luz. (De Saussure).

As substancias aromaticas e a pigmentação colorida das flores augmenta-se sensivelmente pela acção luminosa prolongada, mas cria-se independentemente da acção local da luz. (J. Sachs).

A propriedade edulcorante é diminuida em face da luz. (J. Sachs).

Conhece-se ainda observações sobre outros productos vegetaes: (therebentina, guaiaco, etc.), que deixamos de citar por brevidade.

As cores com que se apresentam os vegetaes, desde os diversos verdes até os mais variegados matizes das flores, têm inquestionavelmente relações intimas com os raios luminosos.

Esta relação continúa ainda extendendo-se aos perfumes e sabores.

O facto é tão claro e real, que não passa desapercebido ao mais modesto agricultor. Aquelle, que abre em leque ou que abriga por obstaculos opacos esta ou aquella porção vegetal, não procura senão obter maior ou menor illuminação, que trará como fim modificações de sabor, perfume e coloração.

A acção da luz em relação á formação cellular, crescimento das cellulas, fructos e flores, não tem sido feito tão largamente como era de desejar-se.

Quando se expõem dois caules da mesma especie vegetal, da mesma edade e nas mesmas condições, á acção da luz e da obscuridade, vê-se que o primeiro agente retarda e o segundo augmenta o crescimento, tornando maiores os entre-nós. Citemos alguns exemplos tomados ao professor Van Tieghem :

Um entre-nó de *Fritillaria*, cujo alongamento maximo em 24 horas, foi de 18 ^{mm} 2 na camara escura sob a temperatura de 10°,7, em quanto que submettido a variação da luz do dia e da noite era somente de 13^{mm}4, na temperatura de 13°,9. O entre-nó inferior d'um caule de *Lepidium Sativum*, desenvolvido na obscuridade medio 61^{mm}5 ; exposto durante o mesmo tempo alternativamente á obscuridade e á luz diffusa do dia, medio 41^{mm}8. Estes exemplos bastam para a demonstração do phenomeno.

Podemos agora applicar os conhecimentos adquiridos á acção da luz natural sobre os vegetaes em geral.

E' assim, que um caule exposto ás variações da luz do dia e da noite, cuja intensidade cresce das 6 ás 12 horas e diminue das 12 á tarde, augmenta regularmente o crescimento da tarde á manhã, para diminuil-o do nascer do sol até á noite.

Isto não implica, que uma vez a luz supprimida o caule tome abruptamente sua energia de crescimento. Ao contrario, só muitas horas depois de estar ausente a luz, é que o caule mostra o maximo de desenvolvimento. O mesmo se dá sobre a acção retardadora do dia, que apresenta sua maxima energia algum tempo depois de desapparecer a noite.

Ora, o crescimento de um corpo pluricellular como o caule, apresenta duas phases; na primeira, dá-se a nova formação de cellulas pela subdivisão das primitivas; na segunda, ha augmento de volume das cellulas recentemente formadas. Logo, estudando nós, a acção da luz sobre estes dois actos physiologicos da planta, temos explicado o augmento ou diminuição do crescimento do caule sob a influencia da mesma.

Para a formação de novos elementos cellulares, a luz ou a obscuridade actuam da mesma forma, segundo Van Tieghem. Nesta phase do phenomeno a planta carece apenas das irradiações thermicas. Porem o crescimento das cellulas opera-se de modo diverso, na ausencia ou presença da luz, tornando-se o allongamento muito maior no primeiro caso.

E' facto bem conhecido que o caule allonga-se extraordinariamente pela acção da obscuridade. Dá-se isto tambem em referencia a folha, a raiz e ao corpo inteiro dos *Thallophytos*.

Só nos raios mais refrangiveis, occupando a metade do espectro, é que residem os effeitos retardadores, o que demonstrou o professor Van Tieghem em suas observações sobre o caule da *Vicia sativa* e *Lepidium sativum*.

Quanto á intensidade da luz observa-se, expondo diversos individuos de uma mesma especie a varias distancias de um foco luminoso, que a acção retardadora vai diminuindo até um certo ponto, onde tornando-se nulla deixa de produzir seus effeitos.

Todas as plantas, ou mesmo partes differenciadas de plantas, não se deixam influenciar do mesmo modo pela luz, havendo mesmo algumas que crescem tão bem na luz como na obscuridade.

Esta acção retardadora da luz é de grande utilidade para o vegetal. Se nós observarmos dois vegetaes da mesma edade, que tenham gasto eguaes alimentos, um desenvolvido na obscuridade, outro em plena luz, veremos o primeiro mostrar-se longo, delgado, sem poder suster-se na vertical, ao passo que o segundo é curto, espesso e conserva sem custo essa posição. Nas plantas trepadeiras observa-se commummente um crescimento rapido, sem que seja compensado pela acção retardadora. D'ahi a necessidade absoluta, que tem estes vegetaes de procurarem um apoio n'outras plantas de compleição robusta, trazendo-lhes muitas vezes prejuizos consideraveis *(Cuscuta)*.

Nas raizes a acção da luz é tambem retardadora, sobretudo quando se trata de raizes adventicias. Assim nas florestas obscuras, onde a luz é coada a custo, pelos intersticios que deixa o emmaranhamento de uma vegetação possante, é que se observa o maximo desenvolvimento nas raizes das plantas epiphytas, que se desenvolvem, não no seio da terra, mas sim banhadas pelo fluido atmospherico.

O professor Sachs, tendo observado o augmento de tamanho nas folhas do *Phaseolus*, desenvolvidas na obscuridade, concluio que, a luz tambem

retarda o crescimento d'estas. Todas as observações ulteriores que tem sido feitas sobre este ponto, tendem a corroborar as idéas emittidas pelo sabio botanico allemão.

Sobre as flores, ainda o professor Sachs diz, que a acção luminosa não é necessaria para que ellas se produzam, desde que a planta contenha em si os materiaes organicos indispensaveis, á producção das cellulas floraes.

As flores assim nascidas apresentam, segundo elle, as mesmas fórmas, colorações e funcções physiologicas, podendo fecundarem-se e produzirem grãos, que por sua vez serão fecundos. A unica differença apreciavel está no estiolamento do calice e sepalos, quando estes são chlorophyllados

Estas experiencias do sabio professor Sachs, parecem, pelo rigor com que foram feitas e pela authoridade do observador, ser incontestaveis. Mas, o que tambem parece incontestavel e de commum observação, é que as plantas que nascem, crescem e vivem na obscuridade, ou mesmo á luz diffusa, não produzem flores, bastando muitas vezes sua exposição aos raios solares para que estas appareçam. No entretanto as plantas submetti las a taes condições de meio apresentam-se exteriormente com colorido e robustez bastante para todas as outras funcções vegetaes.

Sobre os fructos, a acção da luz é necessaria. O professor Sachs, obteve na obscuridade a producção de dois fructos da *Nicotiana rustica* contendo muitos grãos ferteis. Uma flor porém, da *Cucurbita pepo*, fecundada com pollen desenvolvido em pleno ar, deu um fructo estiolado; um *Allium porrum*, florescido em pleno ar, sendo depois transportado para a camara escura produziu 28 fructos dos quaes apenas 8 germinaram. Alguns botões e flores da *Papaver somniferum* desenvolveram capsulas com centenas de grãos que germinaram sempre mal.

Não é só para a fertilidade dos grãos que os fructos carecem de luz; as transformações que soffrem os diversos acidos nos fructos verdes, não se operam satisfactoriamente na ausencia dos raios luminosos.

Ainda a secreção de certas plantas insectivoras, se acha influenciada pela luz. Commentando o facto, assim se exprime o professor Bordier, em sua *Geographia Medica* de 1884:

« Até mesmo os phenomenos da digestão em muitos casos communs « aos vegetaes e animaes estão sob a dependencia do meio luz.

« Todos sabem que na India e no Brazil certas Drosera secretam pela « superficie de suas folhas, um succo rico em pepsina, como o succo

« gastrico dos annimaes, e digerem os insectos que vêm pousar sobre suas
« folhas. Estes orgãos digestivos são além disso laços, que fecham-se
« sobre os objectos que vêm ao seu encontro. Esta secreção de succo gas-
« trico, augmenta pelos raios do sol, isto é, no momento em que os
« insectos vêm em grande numero pousar sobre suas folhas.

Existe um outro modo de acção da luz, que não podia escapar á observação dos naturalistas : em todas as suas manifestações a vida do vegetal trahe uma eleição instinctiva para a luz. A planta parece que a busca acompanhando muitas vezes o sol em seu movimento diurno.

A essa propriedade, que têm as porções vegetaes em via de desenvolvimento, de procurar ou evitar a irradiação luminosa, chamou-se heliotropismo.

D'ahi duas variedades de heliotropismo : *positivo*, quando a curva heliotropica volta-se para a luz mais intensa ; *negativo*, quando a curva opera-se em sentido opposto.

O primeiro é muito mais commum, podendo mesmo considerar-se relativamente rara a segunda forma. Ainda podem ser observadas estas duas variedades de heliotropismo em uma só planta, segundo o valor da irradiação luminosa lateral.

O heliotropismo dá-se em virtude do maior ou menor desenvolvimento das cellulas em presença da luz. A parte que recebe mais claridade diminue sensivelmente seu crescimento e torna-se concava, ao passo que o lado opposto, pouco illuminado, continua seu trabalho tanto mais facilmente quanto maior fôr sua opacidade, e por isso apresenta-se convexo.

Se entretanto, a face apresentada directamente á luz, recebe raios de intensidade superior ao optimo, a demora de desenvolvimento será menor e a curva heliopropica se fará attendendo ás seguintes condições : se o plano opposto tiver ainda maior desenvolvimento a concavidade ainda será voltada para a fonte luminosa ; se a marcha do crescimento fizer-se igualmente nos dois lados não haverá heliotropismo, e finalmente se a irradiação incidente for muito intensa, o plano posterior terá menor allongamento e a curva manifestar-se-ha negativa.

Applicado ao heliotropismo os methodos do espectro e dos planos absorventes, afim de verificar-se qual o valor da refrangibilidade das irradiações em relação ao phenomeno, chega-se ás seguintes conclusões : os raios amarellos são inactivos, todos os outros são mais ou menos activos.

A zona verde já manifesta o encurvamento, que augmenta á proporção que se approxima do azul para o violeta, adquirindo o maximo de energia no limite comprehendido entre o violeta e ultra-violeta, d'onde decresce até nullificar-se.

Ha pois, em relação aos raios mais refrangiveis, uma grande semelhança no modo porque são influenciados tanto os saes de prata como o heliotropismo. Tendo ambos os phenomenos o mesmo maximo e influencia, differindo apenas, em que este termina em um ponto onde os saes de prata já não seriam reduzidos. Esta ultima região só pode ser percebida por sua acção sobre o vegetal, e por isso foram denominados por alguns de—*raios vegetaes*, os raios d'esta região.

A outra parte do espectro possue propriedades heliotropicas menos accentuadas, podendo nós assim definil-a : principia no alaranjado, crescendo até certo ponto no infra-vermelho, para depois ir diminuindo até cessar completamente. Tudo que acabamos de referir foi observado sobre as plantas mais sensiveis á acção heliotropica da luz. Em outras menos impressionaveis a marcha não segue esta ordem. Com effeito, o *Pisum sativum* não manifesta curva heliotropica sob a acção dos raios alaranjados; o *Linum usitatissimum* mostra-se tambem indifferente ás zonas verde e vermelho, etc., etc.

Resta-nos ainda analysar um facto bastante importante, como seja o gráo da intensidade luminosa necessario para a producção do heliotropismo. Chegaremos ao conhecimento da questão pelo modo seguinte: disponhamos um vegetal em camara escura de modo a receber lateralmente, de uma chamma de gaz, (fonte constante) a acção luminosa. Isto feito á planta se affastará, a diversos pontos, do fóco luminoso; tendo nós sempre o cuidado de apreciar exactamente o effeito produzido á proporção que varia de lugar o individuo em observação. Ora estabelecendo como unidade a intensidade da irradiação a um metro do fóco com que se experimenta, para obter-se a intensidade de qualquer distancia desejada, basta dividir a unidade tomada pelo quadrado d'essa distancia. O effeito adquirido avalia-se, ou pela inversa do tempo preciso para a primeira manifestação da curva heliotropica, ou pelo valor definitivo do angulo formado entre o orgão e a vertical. Extrahimos do professor Van Tieghem o resultado obtido em uma observação feita sobre a *Vicia sativa*.

Distancias	*Intensidades*	*Tempo de flexão*	*Angulos de flexão*
0,^{m}1	100	3,^{h} 10'	30°
0,^{m}2	25	2,^{h} 15'	40°
0,^{m}5	4	1,^{h} 55'	44°
1,^{m}0	1	1,^{h} 30'	55°
1,^{m}5	0,44	1,^{h} 10'	90 (maximo)
2,^{m}0	0,25	1,^{h} 50'	60°
2,^{m}5	0,16	2,^{h} 10'	50°
3,^{m}0	0,11	2,^{h} 40'	45°

Se, a experiencia fosse continuada para ambos os lados, sujeitando o vegetal a intensidades mais ou menos poderosas que as precedentes, attingir-se-hia um ponto, tanto em uma extremidade como na outra, onde os effeitos heliotropicos não seriam manifestados. Tomando as intensidades por abcisas e os angulos definitivos por ordenadas, pode formar-se uma curva, que traduz a marcha evolutiva do heliotropismo em funcção da intensidade. Finalmente a curva heliotropica principia a manifestar-se sob uma intensidade fraca augmentando com ella até a intensidade determinada média, para depois diminuir á proporção que a intensidade progride. A intensidade maxima, bem como os extremos de intensidade variam segundo os vegetaes, variação que se extende ainda aos orgãos de um mesmo individuo e algumas vezes á natureza heliotropica. Assim observa-se a *Vitia sativa*, cujo caule possue accentuado heliotropismo positivo ao passo que a raiz é dotada de fraco heliotropismo negativo.

A acção da luz não se faz sentir immediatamente, medêa um certo espaço de tempo entre a impressão luminosa e o effeito produzido, continuando-se este effeito por algum tempo quando já tem cessado a irradiação activa. Com effeito, a *Vitia sativa*, planta muito sensivel, exposta ao optimo de intensidade, só começa a manifestar-se heliotropica no fim de 1^h,10'.

Os caules do *Phaseolus* e da *Faba* expostos, o primeiro durante uma hora e o segundo durante tres horas a irradiação optima da chamma do gaz, não curvam-se; cobertos então por campanulas opácas ver-se-ha produzir-se a flexão heliotropica, em ambos, no fim de duas horas. O caule da *Fritillaria* submettido a illuminação unilateral até o começo da manifestação da curva, e depois collocado sobre um plano horisontal e giratorio,

este não impedirá que a curva heliotropica se accentue no sentido que começou (Wiesner).

A utilidade da flexão heliotropica para o vegetal é reconhecida. Tem ella por fim, dispor a planta de modo tal, que apresente a superficie superior das folhas, tanto quanto possivel, á queda perpendicular dos raios incidentes, porque é d'este modo que aproveita maior quantidade de ondas luminosas.

O heliotropismo positivo é muito commum no reino vegetal não possuindo egual parte a outra forma heliotropica.

Os exemplos de heliotropismo negativo perfeitamente determinados são relativamente raros. Temos a *Hedera helix*, que foi bem estudada por Dutrochet (*Memoria*).

Melhor exemplo se encontra na parte hypocotylea do *Viscum album*, parecendo as outras porções d'este vegetal, isentas da funcção heliotropica.

O *Tropœolum majus* apresenta uma singularidade digna de menção: as partes inferiores do caule, quando novas, são dotadas de heliotropismo positivo, quando o caule engrossa pelo cambium, a curva deixa de fazer-se d'esse modo para apresentar-se negativa sendo entretanto sempre muito positivamente heliotropicas suas folhas. As raizes em geral são, ora positivas, ora negativas, entre as primeiras citaremos: as do *Allium Cepa* (Durand); *Allium sativum* e *Mirabilis jalapa* (Dutrochet), etc.; entre as segundas, as radiculas do *Rhagadiolus lampsanoides*, *Sinapis alba*, *Sedum telephium*, *Hieriacium*, *Cichorium spinosum*, *Brassica*, *Rhaphanus sativum*, *Cheiranthus ichanus*, etc.

Antes porem do estudo especial do heliotropismo, referente a certos orgãos vegetaes, analysemos primeiro o *phototactismo vegetal* do professor Van Tieghem, que nos parece ser o phenomeno estudado por J. Sachs debaixo do nome de *movimentos paratonicos*.

Alem da modificação impressa pela luz sobre o crescimento, ella actua ainda, produzindo effeitos mechanicos nos vegetaes completamente desenvolvidos, não sendo estes effeitos claramente apreciados, senão debaixo da irradiação unilateral.

Por methodo, estudaremos em separado os phenomenos que se dão nos corpos moveis e livres, d'aquelles que se passam nas partes fixas. Submettidos á acção da irradiação unilateral, os corpos moveis e livres tomam uma orientação determinada em relação ao trajecto do raio incidente, depois do que, deslocam-se na direcção da irradiação ou em sentido inverso. Demons-

tra-se o facto com a experiencia seguinte : disponha-se em cuba de vidro, uma alga do genero *Closteria*, cujo corpo é unicellular, alongado e chlorophyllado ; dirigindo depois os raios luminosos sobre as faces lateraes ou face superior á custa de um espelho, a alga pousando uma extremidade no fundo da cuba, collocará sempre seu eixo na direcção da luz. Se a luz cahir sobre um dos lados, ella voltará para ahi sua extremidade livre ; se na face inferior, virá apoiar a porção livre no fundo do vaso, ficando vertical ; se finalmente, a luz actuar pela face superior, ella tomará a mesma posição vertical, mas então invertida.

Existe, alem da propriedade directora, uma opposição de acção entre as extremidades da cellula. Assemelhando ao que se passa nas barras imantadas, achamos que poderiam estas metades de cellula receberem, em referencia á luz, a designação de *positivas* ou *negativas*, segundo ellas fossem attrahidas ou repellidas pela fonte.

Esta propriedade não é constante, e a mesma parte é, ora positiva, ora negativa, trazendo tal alternancia da parte attrahida, movimento que acarreta a approximação da cellula para o fóco irradiante. O tempo que uma metade conserva-se positiva e a outra negativa e vice-versa, varia segundo a temperatura ; a 33° Cent. é de 6 a 8 minutos.

O mesmo phenomeno é observado em algumas outras *Desmidiadas*. Braun observou, que a pollaridade é constante em relação ao *Penium;* orienta-se, mas dirige-se sempre para a luz por sua parte mais nova. Certos zoosporos, quer chlorophyllados (*Ulva*, *Ulothrix*, etc.), quer incolores (*Chytridium*) tambem orientam-se, dispondo seu eixo na direcção da luz, porem mudando de sentido e dirigindo-se, ora para a fonte, ora fugindo d'ella.

As algas *Diatomaceas* tambem dirigem-se para a luz por movimentos oscillatorios. E para concluir, ainda os corpos dos *Myxomicetos*, constituidos por massa protoplasmatica e os corpos das *Oscillarias* são arrastados para o fóco luminoso, mesmo por irradiações de fraca intensidade.

Examinemos agora o facto nos corpos fixos, onde todo o crescimento tenha cessado. Aqui, tambem a irradiação unilateral determina movimentos e direcções, que se effectuam no protoplasma cellular. A illuminação por luz de fraca intensidade e perpendicular ao maior eixo de uma *Mesocarpus* (alga) determina sempre um movimento da lamina chlorophyllo-protoplasmatica sobre si mesmo, que tem por fim apresental-a perpendicularmente aos raios incidentes.

Nos vegetaes unicellulares e naquelles constituidos por uma cadeia

de cellulas, os grãos chlorophyllianos, quando existem, são distribuidos na porção illuminada e na face opposta, abandonando as faces lateraes, variando a posição da chlorophylla com a direcção dos raios incidentes.

Convem accrescentar, que esta propriedade não é absoluta a todas as plantas unicellulares ou dispostas em cadeia (*Nitella syncarpa*). O phenomeno se verifica ainda nos vegetaes, que dispõem de tecidos bastante complicados.

Os grãos chlorophyllianos das folhas da *Funaria*, dispõe-se, em menos de uma hora, nas faces superior e inferior das cellulas, quando se faz actuar raios de intensidade média perpendicularmente á superficie das folhas. O mesmo acontece sobre tecidos cellulares mais complexos, taes como, as folhas de *Elodea*, *Callitriche*, *Sempervivum*, etc.

Emfim, qualquer que seja o modo pelo qual actuem os raios luminosos, os grãos chlorophyllianos collocam-se sempre em face dos raios incidentes. Applicando estas conclusões á totalidade vegetal, facil será explicar, attendendo o modo porque cahem os raios solares, a posição relativa dos grãos chlorophyllianos, isto é, suas posições diurna e nocturna.

N'estes exemplos, como em quaesquer outros, os grãos de chlorophylla são passivamente arrastados pela massa protoplasmatica, em virtude do que, o movimento deve ser referido directamente ao protoplasma.

Segundo os estudos de Cohn (1866), Barodin (1868) e Baronetzky (1876) devem ser attribuidos aos raios a partir do azul até á extremidade ultra-violeta, o poder determinador dos movimentos phototacticos. Mais recentemente, Strasburger concluiu pelo methodo espectral, que esse movimento nos zoosporos é provocado exclusivamente pela acção dos raios azul, indigo e violeta, fazendo-se elle com maxima energia na região indigo. O gráo de força necessaria á irradiação unilateral para a producção do phenomeno varia, não só de uma planta a outra, mas ainda na mesma planta segundo suas condições.

Nos exemplos citados, actuavam sempre raios de pouca intensidade; porem se, ao envez de raios incidentes pouco intensos, interviessem raios mais energicos, isto é, se a experiencia for feita com a irradiação solar directa e não com luz diffusa, o phenomeno tomará outra face, que convem analysar, tanto nos corpos moveis como nos corpos fixos.

Em taes condições a *Closteria*, faz um movimento de 90º ao redor de sua extremidade fixa e permanece perpendicular aos raios incidentes em quanto durar a energia luminosa.

A extremidade posterior affasta-se lentamente da fonte arrastando comsigo a propria planta. As *Diatomaceas* conservam-se como no primeiro caso sem orientação, mas aqui, fogem da fonte, quando a irradiação emittida excede um certo gráo de intensidade.

Os zoosporos, *Oscillaria*, e corpos protoplasmaticos dos Myxomycetos tambem movem-se, quando a irradiação é intensa, em sentido contrario do fóco, conservando-se os zoosporos orientados em ralação ao raio incidente.

Se o corpo é fixo, ainda a acção de intensidade luminosa energica modifica o phenomeno : a porção protoplasmatica verde da *Mesocarpus* não se apresentará de face aos raios incidentes, mas sim de lado ; a chlorophylla da *Vaucheria* abandonará as faces anterior e posterior do tubo para vir dispor se sobre as faces lateraes ; e finalmente, os grãos de chlorophylla das folhas dos musgos, da *Elodea*, *Sempervivum*, etc. soffrendo a mesma influencia se comportam identicamente á simples cellula da *Vaucheria*.

Em uma palavra, a posição determinada pelos raios de fraca intensidade é intervertida pela acção da irradiação muito energica.

O phototactismo não é uma propriedade essencial a todo o vegetal, pois sabe-se que certos corpos moveis, taes como os zoosporos do *Ectocarpus*, do *Codium*, etc. alem de não se orientarem, não se movem em direcção á luz. Tambem nos corpos fixos, observa-se que em certos casos pode a irradiação unilateral não ter influencia determinadora sobre os movimentos do protoplasma verde.

N'estas condições se acha o protoplasma chlorophylliano das *Characeas*.

O phototactismo nos corpos moveis tem por fim collocal-os nas condições em que melhor se dêm os phenomenos physico-chimicos de que carecem. Quando a planta é fixa, e por conseguinte não podendo modificar o valor da intensidade por deslocação total, o phototactismo ainda lhe concede o meio de approveitar a maior somma de raios necessarios se elles estão aquem de seu optimo bio-chimico, e de não utilisar-se senão de uma porção determinada, quando elles são de intensidade superior ao optimo.

Assim discutida esta questão intercurrente do phototactismo, continuemos o estudo interrompido do heliotropismo, analysando em separado o heliotropismo da raiz, caule, folha e flôr.

Heliotropismo da raiz.—Não nos occuparemos senão das raizes aereas, porquanto são as que se acham em condições naturaes de serem influenciadas pela luz.

Applicado o methodo da irradiação unilateral e para tornal-o mais rigoroso, auxiliando-o por um apparelho de rotação, afim de evitar a resistencia do geotropismo positivo, ou melhor, dispondo a raiz de ponta para cima e fazendo actuar o pezo na direcção da irradiação, o professor Wiesner chegou ao seguinte resultado: a maior parte das raizes aereas das *Aroideas*, *Lycopodiaceas*, *Liliaceas*, *Bignoniaceas*, *Orchidaceas*, *Ampelideas*, *Bromeliaceas*, etc. etc. possuem heliotropismo negativo muito accentuado; outras plantas, *Commelina Zannonea*, *Vanda unicolor*, etc. tem-no pouco sensivel, e finalmente, um numero muito limitado, *Coccocypselum*, *Pandanus*, *Caryota*, não são heliotropicas.

Associada, ao geotropismo negativo, esta propriedade das raizes aereas, colloca-as de modo que recebam menor quantidade de raios incidentes, regulando assim sua funcção biologica.

Heliotropismo do caule.—Actuando a irradiação unilateral, o caule, em via de crescimento, encurva-se, e esta flexão manifesta-se, ora para a fonte, ora em sentido contrario. Tratemos primeiramente do heliotropismo positivo do caule. A curva opera-se sempre nas porções em via de crescimento, porem, a maior flexão nem sempre coincide com a região do maximo desenvolvimento. Se, este ponto existe de facto em plantas pouco sensiveis á irradiação, como seja o gyrasol a *Faba*, etc., outrotanto não acontece com as que são muito sensiveis, como o *Phaseolus multiflorum*, cujo ponto se acha collocado um pouco acima, e o *Lepidium sativum* que o possue abaixo; na *Vicia* encontra-se-o abaixo, quando o caule tem attingido um certo desenvolvimento, e acima quando elle é muito novo.

Acompanhemos este phenomeno em caule mediamente sensivel e collocado nas condições naturaes de illuminação.

O gyrasol, que durante a noite conserva-se vertical, começa a dobrar sua extremidade para o oriente logo que apparece no horisonte o disco solar, acompanha-o até as 10 ou 10 1/2 horas do dia, depois estaciona até ás 3 1/2 horas da tarde, approximadamente, para retomar seu movimento interrompido, voltando-se para o occidente, seguindo o astro até seu occaso; depois do que endireita-se permanecendo assim durante toda a noite. Entre as 10 horas da manhã e as 3 1/2 horas da tarde o heliotropismo é insensivel, porque o crescimento estásuspenso em virtude da grande intensidade luminosa.

O que acabamos de observar em relação ao gyrasol, se dá em relação a outras muitas plantas submettidas ás mesmas condições.

O heliotropismo positivo de certos caules voluveis, contestado por alguns, ainda é real, comquanto pouco manifesto. O *Lupulus*, *Convolvulus*, *Ipomœa*, etc. podem servir de exemplos.

Experimentando-se com uma *Ipomœa jocunda* collocada sob illuminação unilateral, nota-se, que se uma meia revolução affastando-se da luz, gasta 4 horas e 30, a meia revolução approximando-se faz-se em 1 hora.

Se o heliotropismo fosse muito energico n'estes vegetaes embaraçaria os movimentos de circumnutação, em virtude dos quaes elles fixam-se aos seus sustentaculos. Por fraca que seja a propriedade heliotropica é comtudo sufficiente para que dê começo a uma inclinação, que é continuada pela acção do pezo da propria planta.

A utilidade d'esta funcção, traduz-se na necessidade, que tem o caule de furtar-se a uma certa intensidade de raios incidentes nocivos ao seu desenvolvimento, e na disposição das folhas, quando inseridas perpendicularmente sobre elle, mais directamente á acção luminosa.

Ainda devido aos valiosos estudos de Wiesner, sabe-se que o heliotropismo negativo do caule é uma propriedade muito commum, O primeiro entre-nó do *Viscum album*, o caule completo da *Hedera helix*, do *Tropœolum*, depois de certo desenvolvimento, são exemplos muito vulgares.

Ainda, se comportam da mesma maneira grande numero de caules rectos herbaceos ou lenhosos e caules rasteiros. Principiam procurando os raios luminosos, e, se sua intensidade é forte, affastam-se d'elles.

Podem ser citados, entre muitos outros caules rasteiros, os da *Fragaria vesca*, *Glechoma hederacea*, *Lysimachia nummularia*; entre os herbaceos, a *Urtica dioica*, *Galium verum*, *Cychorium intybus*; entre os lenhosos o *Cornus sanguinea*, o *Quercus cerris*, o *Acer campestre*, o *Prunus spinosa*, a *Picia excelsa*, etc.

O valor importado pelas curvas negativamente heliotropicas ao vegetal, varia segundo o caso.

Nas plantas de caule levantado, o afastamento heliotropico regula, tanto quanto possivel, a intensidade dos raios luminosos sobre elle e orgãos que sustenta; nos vegetaes rastejantes ou trepadores, tem por fim facilitar a adaptação aos sustentaculos sobre que se appoia a planta, desenvolvendo-se nestes pontos de contacto numerosas raizes.

Sachs, acredita na influencia capital da luz sobre a bilateralidade de alguns ramos dorsiventraes.

Nas *Selaginellas*, *Hedera helix*, etc. a face menos illuminada fica ventral e vice-versa. Ora esta dorsiventralidade, permanece constante *(Selaginella*, *Hepaticas)*, ora é mutavel segundo a direcção da fonte *(Hedera helix)*.

Heliotropismo da folha—Em geral, as folhas são dotadas de heliotropismo positivo, porem, a acção luminosa se manifesta differentemente, segundo as especies vegetaes.

Ora sua influencia retardadora se patentea claramente, como se observa sobre as folhas longas e estreitas, rectinerveas de grande numero de Monocotyledoneas (*Liliaceas*, *Gramineas*, etc) ; ora effeito contrario se representa e as folhas permanecidas na obscuridade não crescem ou crescem muito menos que á luz, como se dá em relação a grande numero de Dicotyledoneas (*Solanum tuberosnm*, *Nicotiana*, etc.)

Esta ultima classe de vegetaes ainda é positivamente heliotropica. A explicação do phenomeno é de difficil interpretação ; entretanto, submettendo este grupo de plantas, não a obscuridade completa, que estaciona seu desenvolvimento, mas sim a alternancia do dia e da noite, ver-se-ha manifestar patentemente a acção retardadora do crescimento pela irradiação luminosa (Prantel, 1873.)

Se estas folhas cessam de crescer durante a ausencia de luz prolongada, é isto devido a um estado doentio, anormal, produsido pela obscuridade ; isto é existem metamorphoses nutritivas, em virtude das quaes a folha cresce e que não se fazem na obscuridade.

Finalmente, nas folhas que desenvolvem-se sob a acção alternativa do dia e da noite, o crescimento é directamente retardado pelos raios luminosos, mas simultaneamente modificações bio-chimicas se operam pela luz, que facultam o crescimento e permittem que elle se faça com energia durante a obscuridade seguinte, uma vez que não se prolongue além de certo limite. (Sachs, *Tratado de Botanica*, pag. 989.)

A energia do heliotropismo das folhas varia segundo os vegetaes e não está sobornada a seu geotropismo negativo. Entre as folhas mais sensiveis citaremos as do *Phaseolus*, *Tropœolum*, etc.

Em épocha muito adiantada de seu desenvolvimento as folhas quando submettidas á acção de intensidade luminosa energica mostram-se frequentes vezes negativamente heliotropicas.

O heliotropismo folhear, auxiliado por outras propriedades d'este orgão, têm por fim dispol-o nas melhores condições á seu funccionalismo biologico.

Heliotropismo da flôr :—Conhece-se de longa data a tendencia especial que tem as flôres em geral, para a luz. Executam movimentos acompanhando a fonte, que os illumina ; porém seu estudo heliotropico só foi feito detalhadamente por Wiesner em 1880.

A luz tem influencia retardadora sobre o *pediculo*, e por acção unilateral determina encurvamento para a fonte e portanto heliotropismo positivo.

Assim pois, a flôr ou grupo de flores, em geral, são passivamente heliotropicas a custa de seu *pediculo ;* não obstante alguns casos existem em que as folhas floraes são directamente flexionadas para a fonte.

Analysemos separadamente o heliotropismo do *pediculo* e o das folhas floraes.

Heliotropismo do pediculo — Ordinarimente este orgão se curva para a luz, podendo entretanto permanecer immovel ou acompanhar o movimento solar, o que é menos geral. A energia luminosa necessaria varia segundo os vegetaes. E' por isso que se vê uns curvarem suas flores debaixo da irradiação solar muito intensa (*Helianthus annuus*); outros mantem-se verticaes quando expostos á acção solar intensa, emquanto flexionam-se achando-se assombrados (*Chrysanthemum*, *Anthriscus*, *Geranium*, etc.) Os capitulos do *Tragopogon orientale* e os de grande nnmero de outras Synanthereas (*Sonchus arvensis*, *Hieriacium pilossella*, etc.,) as flores do *Papaver rhœas* e do *Rainunculus arvensis* são positivamente heliotropicas e acompanham o movimento solar.

Achando-se elevadas durante a noite por seu geotropismo negativo, ellas voltam-se para o Oriente quando nasce o sol, para depois seguir seu curso durante o dia e collocarem-se em sua primitiva posição quando desapparece o astro do horizonte.

Existem flores que não possuem a propriedade heliotropica *Dipsacus*, *Aconitum*, *Chenopodium*, *Amaranthus*, etc) ; tambem existem outras que a começo positivamente heliotropicas tornam-se depois da formação dos ovulos negativamente heliotropicas (*Linaria*, *Cymbalaria*, etc.) ; mas o que se não conhece até agora, são flores que fujam á luz no momento de seu desabrochamento, a não ser a *Salvia verticillata.*

Heliotropismo das folhas floraes — O *Colchicum autumnale* e *Crocus sativum* fazem a flexão heliotropica directamente pelo periantho e não pelo pediculo floral; o *Melampyrum arvense* encurva sómente a corolla.

Os estames não são geralmente heliotropicos, ao passo que os ovarios

alongados quer *superus*, quer *inferus*, são muitas vezes dotados d'esta propriedade (positiva.)

Pfeffer, em 1875, estudou a influencia que determinam a luz e o calor nos deslocamentos floraes, que em alguns casos coincidem com os movimentos expontaneos e que n'outros oppõe-se a estes movimentos.

Experimentando-se com flores, cujo movimento expontaneo é muito limitado como a *Tulipa, Crocus sativum*, e as submettendo a temperatura constante, vê-se-as fechar na obscuridade e abrir á luz intensa.

Entretanto força é confessar, que a temperatura influe mais directamente que a luz, triumphando frequentemente sobre a acção luminosa.

O estudo do movimento dos vegetaes foi minuciosamente feito por Darwin em sua obra intitulada—*Faculdade motora nas plantas.*

Linneu observando o movimento das flores, isto é, o desabrochamento a horas pouco mais ou menos precizas, constituio um chronometro, que denominou — *Relogio da flora.* Admittindo mesmo a influencia da intensidade luminosa, o que não é perfeitamente verdadeiro em relação á floração, facil é conceber-se que o chronometro de Linneu deverá ter uma marcha particular a cada zona.

Attendendo ao tempo de que dispomos para execução do presente trabalho, não podemos dar maior desenvolvimento a esta parte, porque traria prejuizo ás outras, por isso terminaremol-a com o estudo do somno das folhas e cotyledoneos, deixando de fazer o das flores, visto como o nyctitropismo floral se prende mais directamente a irradiação colorifica que a acção luminosa. (Darwin, *Faculdade motora nas plantas*, pag. 282, 416 e 417).

O somno das plantas é conhecido d'esde remota éra: Plinio refere-se a elle e Linneu publicou seu prestimoso—*Somnus Plantarum.*

Com effeito, observando-se as folhas, que soffrem a alternancia da luz e obscuridade, nota-se, que quando submettidas a esta ultima, ellas baixam ou levantam-se segundo os vegetaes, emfim tomam o que se chama posição nocturna ou somno. Quando apparece o dia soffrem uma mudança de posição, que caracterisa a vigilia. Estes curiosos movimentos são designados pelo nome de nyctitropicos.

Está no dominio geral a pequena planta, que por sua grande irritabilidade recebeu o nome de Sensitiva *(Mimosa pudica).* Seus foliolos, amplamente abertos á luz, não toleram o menor choque sem reagir contra o

agente que perturbou-lhes o repouso, fechando-se bruscamente para reabrirem-se momentos depois quando a calma restabelece-se ao redor d'ella.

Esta reacção não é obra exclusiva da excitação mechanica, porquanto a obscuridade a determina com igual energia, e o que é mais, assim permanece por tempo muito longo.

O nyctitropismo da *Sensitiva* manifesta-se logo que o sol baixa ao horisonte ; os peciolos conchegados ao caule, os foliolos adaptados uns aos outros lhe dão o aspecto de uma planta murcha : dorme profundamente. Retoma a sua posição primitiva com a claridade do dia, isto é, levanta-se elevando seus peciolos ; acorda-se, abrindo seus foliolos.

Os peciolos não conservam-se durante todo o dia elevados, soffrem alternancias de posição : os membros descansam, mas descansam em vigilia.

A luz artificial bastante intensa comporta-se da mesma maneira ; consegue-se mesmo enganar as plantas, mudando seus habitos, collocando-as em camara escura e illuminando-as durante á noite. Ellas adaptam-se a este novo regimem abrindo suas folhas a noite e fechando-as pelo amanhecer quando começa para ellas esta noite artificial.

O somno das folhas é um phenomeno muito commum na serie vegetal, attinge sua maior energia nas Leguminosas, Oxalideas e *Marcilia*, observando-se tambem em outros vegetaes tanto Dicotyledoneos (*Impatiens, Hibiscus, Phillantus, Linum, Ipomœa, Nicotiana*, etc., etc.), como nos Monocotyledoneos *Marantha, Colocasia, Spathiphylum, Strephium*, etc. etc.)

Todavia estes movimentos não tem nada de constantes em sua direcção, variando a forma em relação á especie vegetal. Ora, as folhas abaixam-se sobre o caule, ora levantam-se e envolvem-no ; em outros casos os foliolos se adaptam por suas faces superiores, etc., etc.

Mas em todas estas plantas a vigilia é caracterisada pela abertura completa das superficies folheares, e o somno pelo dobramento dessas superficies, que se cobrem de diversas formas.

Os cotyledoneos, tambem possuem e mais frequentemente que as folhas, a propriedade dos movimentos nyctitropicos. Estes movimentos, na maioria dos casos, approximam suas faces superiores elevando os cotyledoneos; outras vezes abaixando-os pendem ao longo do caule. (*Oxalis valdiviana, Geranium rotundifolium*, etc.)

O somno das folhas é independente do dos cotyledoneos, isto é, podem entrar em acção simultaneamente e ter ou não direcções oppostas ; as folhas são dotadas de movimento e os cotyledoneos não (*Nicotiana tabacum*,

etc.) e finalmente o inverso se póde dar *(Brassica, Geranium)*. Que os movimentos nyctitropicos estão dependentes da alternancia do dia e da noite, ou da acção luminosa, nos parece facto demonstrado. Entretanto achamos melhor referir por suas proprias palavras o que diz Darwin sobre o assumpto: « Para muitas plantas que dormem, isto é, para as especies « de *Tropœolum*, *Lupinus*, *Ipomœa*, *Abutillon*, *Siegesbeckia*, e provavel- « mente outros generos ainda, é indispensavel que as folhas tenham tido « durante o dia uma boa illuminação, se quer se-lhes vêr tomar á noite sua « posição vertical.» *(Faculdade motora nas plantas*, pag. 322).

O mesmo author, op. cit., pag. 400, accrescenta: « As folhas de muitas « plantas não podem dormir, senão quando tem recebido durante o dia luz « sufficiente; este facto nos fez duvidar algum tempo, que a protecção de « suas faces superiores contra a irradiação fosse em todos os casos a causa « final de todos os seus movimentos nyctitropicos. Porem não temos « nenhuma razão para suppor que a luz do sol, recebida a céo aberto, mesmo « em tempo sombrio, seja insuficiente para obter este resultado; e devemos « nos recordar que as folhos protegidas contra a luz em razão de sua « situação na parte inferior da planta, e que algumas vezes não dormem, « são tambem protegidas, á noite, contra a irradiação. Não queremos « entretanto negar, que possam existir casos nos quaes as folhas experimen- « tem á noite mudanças consideraveis de posição, sem retirar nenhum « beneficio destes movimentos.»

A pag. 409 e 410 diz: « Relativamente á periodicidade dos movi- « mentos das folhas somnolentas, Pfeffer mostrou tão claramente, que ella « depende da alternancia quotidiana do dia e da noite, que nada se pode « accrescentar a este assumpto.»

Mais abaixo: « Mostramos tambem que muitas folhas postas na « obscuridade, durante tempo moderadamente longo, continuam a circum- « tar, a periodicidade de seus movimentos, é entretanto fortemente « perturbada, ou quasi nulla. Não se pode suppor que a presença ou « a falta da luz seja a causa directa dos movimentos, pois que estes são da « maior diversidade para os foliolos da mesma folha, que estão, entretanto, « todos expostos á luz nas mesmas condições. Os movimentos acham-se sob « a dependencia de causas innatas, e sua natureza é essencialmente « adaptiva. As alternancias de luz e obscuridade não fazem senão « annunciar á folha que o momento é chegado para ella, de se mover de « de uma certa maneira. Como muitas plantas (*Tropœolum*, *Lupinus*,

« etc.) não dormem senão tiveram durante o dia, uma illuminação suffi-
« ciente, podemos concluir que a causa que determina as folhas a mo-
« dificar seu movimento ordinario de circumnutação, não é a diminuição
« de luz na noite, mas antes o contraste entre sua intensidade a esta hora
« e o que ella possue no começo da noite.»

Attendendo que muitas plantas continuam a executar movimentos, conforme seu habito, na obscuridade durante um dia inteiro e que as folhas tomam sua posição diurna a horas em que a luz é ainda muito fraca ou mesmo nulla Darwin concluiu que: « *a periodicidade de seus movimentos é hereditaria até certo ponto* ».

Assim não pensa Pfeffer, que negando a hereditariedade, explica o facto da manifestação dos movimento periodicos durante um ou dois dias na obscuridade, pela prolongação dos effeitos alternantes da luz e obscuridade.

Ainda Darwin diz: (Op. cit. pag. 415 e 416) « Dos factos e conside-
« rações que expozemos, pode-se concluir que o nyctitropismo ou o somno
« das folhas e dos cotyledoneos, é sobretudo uma modificação de seus movi-
« mentos ordinarios, de circumnutação, regularisados em sua amplidão
« e periodicidade pelas alternancias de luz e obscuridade. O resultado
« adquirido é a protecção das faces superiores das folhas contra os effeitos
« da irradiação nocturna, e frequentemente, ao mesmo tempo, a protecção
« mutua das diversas partes por seu contacto intimo.»

Das experiencias de Sachs, deduz-se que a *Acacia*, *Phaseolus*, *Mimosa pudica*, etc. que possuem folhas dotadas de movimentos periodicos e sensiveis, quando submettidas á luz fraca ou mesmo á sua ausencia, esta propriedade não termina immediatamente. Com effeito, nestas condições e segundo variantes de temperatura e illuminação as folhas conservam por algum tempo, muitos dias mesmo, sua sensibilidade. A' proporção que se prolonga este estado os movimentos periodicos tornam-se cada vez mais irregulares e a sensibilidade diminue progressivamente, assim continuando chega a um ponto que estas funcções são abolidas, e o vegetal torna-se por assim dizer *rigido*.

Este estado não é mortal, e se a tempo a planta fôr trazida á luz, se restabelecerão as propriedades paralysadas, comquanto morosamente, podendo mesmo permanecer assim algumas horas, alguns dias até que recupere seu estado *phototonico*.

Assim pois o phototonismo mantem estreitas relações com a intensidade e duração luminosa.

Segundo o professor Van Tieghem são os raios azues, violetas e ultra-violetas os unicos bem activos nos movimentos nyctitropicos, comportando-se os vermelhos como a propria obscuridade.

Terminando, julgamos ter provado a indispensavel influencia da luz na vida vegetal: porquanto, vimos a chlorophylla formar-se, subsistir, produzir amido, decompor a agua, e dissociar em seus elementos, o acido carbonico, requerendo sempre para execução destes phenomenos bio-chimicos a presença da luz; vimos como os movimentos, a producção e crescimento cellular das plantas se acham ligados á acção luminosa ; vimos muitos productos organicos vegetaes receberem da luz força para a sua evolução; vimos syntheses vegetaes as mais complexas, exercidas pelo protoplasma incolor, recebendo como base, sytheses ternarias, partindo dos corpos carbonados mais simples ou mais saturados; vimos o protoplasma chlorophylliano por meio dos raios luminosos manifestar a força viva solar; vimos o protoplasma incolor determinar o valor calorifico por oxydações do alimento carbonado ; vimos finalmente que « se a irradiação solar cessasse não « somente « as plantas de chlorophylla, mas ainda as plantas que não possuem-na « desappareceriam da superficie do globo.» (Cl. Bernard).

Acção biologica da luz sobre os animaes

Depois de termos estudado a acção biologica que a luz exerce sobre as plantas vamos agora estudal-a sobre o organismo animal.

Se na primeira parte de nosso trabalho luctamos com alguma difficuldade para a coordenação methodica de factos esparsos em diversos authores; na segunda parece-nos quasi impossivel dar um encadeamento logico e scientifico ao seu estudo, tal é a dispersão dos documentos.

Compulsamos muitos livros, para as vezes approveitar apenas algumas linhas, um facto, uma observação presos a importantes questões physiologicas especiaes.

Para maior commodidade de estudo resolvemos analysar separadamente a acção biologica da luz sobre :

1º Os animaes chlorophyllados.

2º Os ovos, geração e metamorphoses.

3º A vista e os olhos.

4º A phosphorescencia, seus usos e fins.

5º As colorações.

6º A producção de gaz carbonico.

§ I.—Animaes chlorophyllados

A chlorophylla animal não tem sido objecto de estudos, tão completos, como a sua congenere vegetal.

Talvez a relativa exiguidade de individuos animaes chlorophyllados comparada á proporção extraordinaria, que se encontra no reino vegetal, seja a causa de tal ommissão. Apezar do interesse que apresenta o assumpto a verdade, infelizmente, manifesta-se revestida de muitas faltas.

Havia muitos annos que a chlorophylla e suas principaes funcções

estavam assignaladas nas plantas, sem que nada se soubesse em referencia aos animaes.

Foi em 1844 que Morren, apreciando o phenomeno respiratorio de alguns seres verdes, muito inferiormente collocados na serie zoologica, determinou a existencia chlorophylliana como productora da coloração verde. Este facto isolado despertou observações ulteriores e de maior merecimento scientifico.

E' assim, que appareceram os trabalhos de F. Cohn em 1851, os de Stein em 1854, os de Balbiani em 1873, e finalmente os de Lanessan em 1882.

Cohn verificou que a parte interna, a mais fluida da camada cortical do *Paramœcium bursaria* (infusorio cilliado da familia dos *Paramœcidæ* ou *Bursaridæ?*) que jaz em constante movimento, possue granulações verdes, apresentando reacções semelhantes ás da chlorophylla; isto é, manifestando-se verde azulado que se accentua gradativamente até o azul com dissolução de materia granulosa, quando submettidos á acção do acido sulphurico concentrado. Cohn não duvidou identificar a granulação verde animal á chlorophylla vegetal.

Posteriormente Stein não limitou-se a verificar estes factos foi além, demonstrando a posição relativa da chlorophylla na parede cortical, fóra do tubo digestivo e no corpo protoplasmatico; e tambem a dualidade da forma chlorophylliana, como sóe acontecer nas plantas, *amorpha e granuliforme*.

Este phenomeno observa-se facilmente no *Ophrydium versatile* (infusorio cilliado da familia *Vorticillidæ*, sub familia *Ophrydina*); no *Spirostomum ambiguum* (infusorio cilliado da familia *Spirostomidæ*) no *Epistylis plicatilis* (infusorio cilliado da familia *Vorticellidæ*, sub-familia *Vorticellina*); no *Stentor polymorphus* (infusorio cilliado da familia *Stentoridæ*); no *Cryptomonas* (infusorio flagellado da familia *Cryptomonadinas*); no *Chlamydococcus pluvialis* (infusorio flagellado da familia *Chlamydomonadina*); no *Trachelomonas* e *Euglena viridis* (infusorio flagellado da familia *Eugleinidæ*) etc.

Nestes animaes principalmente durante o enkystamento a chlorophylla soffre uma metamorphose de coloração, transformando-se em verde avermelhado que recupera a côr primitiva debaixo de condições completas de vitalidade.

A producção chlorophylliana, no interior do corpo do *Stentor poly-*

morphus foi observada por Balbiani, e cujo modo de apparecimento é identico ao da chlorophylla vegetal.

Estudemos mais de perto estes seres, tomando como exemplo a *Euglena viridis.* Estes infusorios habitam em massa a superficie das aguas estagnadas, quer doces, quer salobras e são muito semelhantes ás placas viscosas, verdes, constituidas por algas do genero *Spirogyra* e que existem nas mesmas condições.

O exame microscopico mostra-nos estes animaes unicellulares e mononucleados possuindo em uma de suas extremidades um flagello.

Na superficie superior encontra-se um vacuolo contractil ao lado do qual existe um ponto avermelhado, que Stein denominou de ponto occuliforme. Na parte flagellada e por baixo do flagello encontra-se o orificio buccal, que se continua por curto canal œsophagiano. Abaixo da membrana cellular cuticularisada, que forma o corpo da *Euglena viridis*, vêm-se raios partindo obliquamente ou em spira da extremidade anterior para a posterior e que devem ser considerados como espessamentos do proprio protoplasma. O ponto vermelho occuliforme, contrasta sensivelmente com a côr verde da *Euglena viridis*, resultante da diminuição do pigmento chlorophylliano. Este ponto muito provavelmente provem da metamorphose da chlorophylla. Como nem sempre este animal apresenta-se verde, como seu nome parece indicar, Ehrenberg classificou-o em muitas especies distinctas, segundo sua coloração protoplasmatica. Assim chamou elle *Euglena hyalina*, a que era incolor e *Euglena sanguinea* a que se apresentava avermelhada.

Porém se attendermos as modificações, porque passam certos orgãos floraes que verdes em botão são mais tarde vermelhos ou azues por transformações subsequentes, e tambem tendo em vista a facil mutação da materia corante por simples oxydações, parece-nos melhor a explicação do phenomeno. por condições biologicas, que tenham transformado a côr destes animaes, do que a distincção das novas especies creadas por Ehrenberg.

Agita-se aqui uma questão difficil de resolver-se, isto é, se o ponto occuliforme das *Euglenas*, é ou não um olho rudimentar? Discutamos esta hypothese.

A luz como o calor é constituida por movimentos molleculares que podem ser transmittidos de um corpo ponderavel atravez do espaço occupado pelo ether a outro corpo ponderavel. Porem o movimento communicado ao ether não produz em todos os corpos ponderaveis identicas vibrações. D'entre

todos os corpos, o protoplasma vivo é talvez o que se deixa influenciar mais directamente pelas vibrações luminosas communicadas ao ether.

Todos os seres organicos inferiores quer vegetaes, quer animaes, são influenciados pelas mesmas ondas luminosas que os animaes superiores videntes; diminuindo a sensibilidade protoplasmatica á luz com a falta de pigmentação. Com effeito quando organismos inferiores e não pigmentados, dirigem-se para a luz, mostram-se sensiveis á ella.

Esta sensibilidade accentua-se á proporção que se localiza a pigmentação em região determinada, o que estudaremos ulteriormente.

O facto que milita em favor da opinião da metamorphose protoplasmatica do ponto occuliforme das *Euglenas*, constituindo rudimento occular, é o seguinte: estes animaes procuram a luz quando illumina-se uma parte do vaso que os contem, e como na serie animal todo o orgão visual possue sempre cellulas pigmentares, o ponto occuliforme deve ser orgão visual da forma a mais rudimentar.

Tal argumento, por si só, não nos parece bastante concludente, porquanto vimos vegetaes monocellulares e pluricellulares manifestar os mesmos phenomenos sem comtudo terem olhos; pelo que não podemos referir de preferencia ao ponto occuliforme do que a outras partes da *Euglena*, tal propriedade, como fazem grande numero de authores.

A chlorophylla animal não é propriedade exclusiva aos infusorios, muitas outras especies animaes possuem-na em proporção variavel, como a *Hydra verde*, *Bonnellia viridis* (gephyriano), *Vortex viridis* (verme tubel). Ainda estes animaes são influenciados pela luz como se vê da experiencia seguinte. Collocando em um vaso com agua corpos que contenham *Hydras* e fazendo chegar a luz por um só lado do vaso, ellas abandonam o corpo em que jaziam para virem collocar-se na face illuminada do vaso. Seria fastidioso repetir todas as experiencias comprobativas da acção directa da irradiação luminosa sobre o movimento d'estes seres tão baixamente collocados na serie zoologica.

Do estudo feito, resulta a identidade da chlorophylla vegetal e animal, parecendo-nos logico que n'este como naquelle, seja a luz o agente indispensavel na manifestação da producção de alguns phenomenos, que constituem a somma indispensavel á integridade do funccionalismo organico, ou melhor ainda á vitalidade funccional.

Terminando pois, lembramos sómente a pouca verdade d'aquelles que queriam fazer do protoplasma verde propriedade exclusiva do reino vegetal.

§ II. — Ovos, geração e metamorphoses

Naturalmente pela difficuldade de affrontar experimentalmente esta questão a litteratura scientifica é bastante limitada a este respeito.

Apezar disso não nos podemos furtar ao estudo de tão interessante assumpto e que julgamos de importancia real.

Buscando a solução do problema W. Edwards depositou ovos de rã em dois vasos com agua, um permeavel aos raios luminosos outro completamente opaco. Expondo o primeiro á luz, e conservando o segundo e os germens n'elle contidos á seu abrigo, notou que no fim de algum tempo, os ovos do vaso transparente tinham evoluido natural e perfeitamente, ao passo que aquelles conservados na obscuridade do vaso opaco, não haviam-se desenvolvido, a não ser um pequeno numero que começando a metamorphose, fora obrigado a estacionar sob a forma de embryão muito rudimentar.

Não satisfeito, com este primeiro resultado, foi mais longe ainda, buscando saber se a segunda phase podia operar-se independente do concurso luminoso. Para isso conservou nas mesmas condições tetardos á luz e á obscuridade. Ora, emquanto uns ficavam sempre tetardos outros seguiam sua metamorphose natural, transformando-se em rãs.

De suas observações logicamente deduzio a necessidade absoluta da influencia luminosa na evolução destes animaes, ainda acrescentando: « Supponde a constancia da obscuridade poder-se-hia conceber especies que « subsistissem sempre sob um typo differente do que a natureza lhes « havia destinado, e que passariam toda a sua vida com o caracter proprio « a sua primeira idade ».

A hypothese de W. Edwards recebeu a confirmação depois de tornar-se conhecido o desenvolvimento que soffrem certos *Proteus*. Com effeito até bem pouco tempo considerava-se como uma variedade distincta alguns tetardos que habitam aguas subterraneas, porem hoje sabe-se que estes animaes nascidos na obscuridade, de pais ahi introduzidos accidentalmente, não são mais do que seres parados na sua evolução por falta de luz.

As experiencias de Moleschott, sobre rãs, provam ainda que a acção geral da luz manifesta-se mais poderosamente quando actua simultaneamente pela pelle e olhos, do que quando transmittida ao organismo somente pela pelle.

Beclard, analysando mais intimamente o phenomeno, fez uma serie de

observações extremamente interessantes sobre a nutrição e desenvolvimento dos animaes, que respiram exclusivamente pela pelle, em face das diversas regiões do espectro. Para isso collocou sob campanulas diversamente coloridas, ovos de mosca (*Musca carnaria*) e vio que todos davam vermes, porem que o desenvolvimento destes fazia-se muito diversamente.

De facto, depois de alguns dias notou que os vermes mais desenvolvidos eram aquelles que se achavam submettidos aos raios violetas e azues; os retardatarios correspondiam aos raios verdes.

O valor dos raios luminosos em relação á evolução das larvas, é segundo Beclard ordenado na forma seguinte, de mais para menos: violeta, azul, vermelho, amarello, branco e verde.

Yung em uma nota apresentada á Academia de Sciencias, por Lacaza Duthiers, que trata da influencia das diversas cores do espectro sobre o desenvolvimento dos animaes, assim se exprime: « Temos seguido ha « tres annos, no laboratorio de anatomia comparada de Genébra, pesquizas « n'esta direcção.

« Tres series de observações fôram feitas sobre ovos de *Rana tempo-* « *raria* e *Rana Sculenta*; uma terceira sobre ovos de Lymnea dos charcos « *(Lymnea stagnalis)* e outra sobre ovos da truta *(Salmo trutta)*.

« Os ovos depois de fecundados foram mergulhados em vasos que por « sua vez estavam tambem mergulhados em soluções coloridas. Todas as « outras condições sendo identicas os animaes sahiam da casca sob a acção « dos raios violeta, azul, verde, amarello, vermelho e branco. Um vaso « especial foi conservado na obscuridade de um armario. O resultado das « cinco series de experiencias, tendo-se sempre effectuado no mesmo sen- « tido, para os tres typos de animaes que tinhamos escolhido nos parece « pois significativo.

« Sem entrar em detalhes, que encontrarão lugar em outra parte, « apresentamos á Academia as conclusões geraes de nossos estudos.

« 1º Os diversos raios coloridos da luz solar actuam muito diversa- « mente sobre o desenvolvimento dos ovos dos animaes citados acima; « 2º A luz violeta activa de maneira muito notavel o desenvolvimento: « ella é logo seguida pela azul, depois pela amarella e branca; 3º As luzes « vermelha e verde parecem nocivas, visto que nunca podemos obter o « desenvolvimento dos ovos nestas côres; 4º A obscuridade não impede o « desenvolvimento mas contrariamente aos resultados de Higgenboltom e « Mac Donell nós observamos que ella o retarda; 5º Pode-se dispor as dif-

« ferentes cores do espectro em face de sua influencia sobre o desenvol-
« vimento na serie decrescente:

Violeta
Azul
Amarello } Os resultados obtidos com estas duas
Branco } cores são muito approximados.
Obscuridade
Vermelho } Estas duas cores parecem nocivas ao
Verde } desenvolvimento;

« 6º Tetardos de rãs do mesmo porte, e submettidos até então ás mesmas
« condições physicas, privados de todo o alimento, morrem de inanição
« sensivelmente mais depressa nos raios violeta e azues, que nos outros,
« consumindo mais rapidamente suas economias alimentares; 7º A morta-
« lidade parece maior nas luzes coloridas que na luz branca; todavia as cifras
« não tendo sempre concordado sobre este ponto, seria prematuro pro-
« nunciarmo-nos de uma maneira positiva ».

Paul Bert, por outro lado conclue, que tanto o homem como os diversos animaes soffrem egual influencia dos varios raios do espectro.

Para terminar, diremos que se o trabalho scientifico sobre a influencia da luz no desenvolvimento dos animaes é muito exiguo ainda, já é entretanto bastante para que se possa conhecer o seu valioso concurso.

§ III.—A vista e os olhos

Não entraremos aqui no estudo da marcha dos raios luminosos até seu contacto com a retina, porquanto é um facto bem conhecido, que se encontra em todos os tratados de Physica e Physiologia; porém, a acção intima exercida pela luz sobre o olho prende-se directamente á nossa dissertação para que possamos passal-a por alto.

Até poucos annos todos os physiologistas admittiam a completa opacidade da retina, e d'ahi a formação da imagem visual na camada mais externa d'essa membrana. O que parecia verdade outr'ora, não se póde mais conceber hoje, depois das experiencias do professor Boll. Este sabio demonstrou até a evidencia que a luz sómente actua sobre a membrana de Jacob, cujos elementos longe de encontrarem nas bainhas pigmentadas

que os cercam impedimento á producção physiologica de que estão incumbidos, buscam n'essa pigmentação os materiaes de sua actividade funccional.

Boll foi levado a esta grandiosa conquista scientifica, dissecando o olho de uma rã decapitada, que apresentou-se-lhe com a retina colorida de vermelho tão intenso, que elle julgou tratar-se de um derramamento sanguineo. Entretanto admirado da rapidez com que desapparecia o colorido, procurou observar n'outros animaes da mesma especie, encontrando sempre a mesma coloração, que no fim de 20 ou 30 segundos, tornava-se amarella para desapparecer pouco depois. O microscopio lhe veio demonstrar que não se tratava de congestão vascular, mas sim de côr propria da retina, localisada na parte dos bastonetes que mergulha nas bainhas pigmentares.

Os Arthropodes, os Molluscos e differentes classes de Vertebrados, apresentam sempre nas mesmas condições, a substancia lamellar de seus bastonetes opticos, colorida de vermelho.

Seria a morte a productora d'esse facto? Nos animaes vivos elle apresentar-se-hia identico?

Para provar qual dos dois modos de explicação era verdadeiro, Boll fez as seguintes experiencias :

Expoz diversas rãs, retidas na camara escura, á luz do sol e diffusa, notando sempre a ausencia de coloração; esta apparecia pelo contrario, quando os animaes eram conservados na obscuridade. Não satisfeito com isso, submetteu rãs á acção dos raios que penetravam por uma janella, depois decapitando-as e observando suas retinas ao microscopio, reconheceu a imagem perfeita da janella, cujos vidros apresentavam-se brancos e os caixilhos vermelhos. Muitas observações ulteriores vieram confirmar estas experiencias e todas as objecções que se lhes quiz fazer, vendo apenas em taes factos um effeito de interferencia etc., cahiram pela descoberta de Kühne, que demonstrou a não influencia optica no phenomeno, sendo elle devido a uma substancia chamada — *purpura retiniana*, ou *erythropsina*. Capanica estudou este producto comparando-o á *luteina*, tão vulgar na gordura, vitellus, etc.

A influencia da luz sobre a retina é pois perfeitamente comparavel áquella que se produz nas placas photographicas, distinguindo-se sobre tudo d'ella pela propriedade de poder, á custa da materia pigmentar das bainhas, como o demonstrou Kühne, regenerar-se conforme se vae esgotando.

Não só a intensidade como tambem a refrangibilidade determina modificações na *erythropsina*. Fazendo-se cahir diversos raios sobre ella

observa-se que a luz branca a destroe quasi que instantaneamente; o vermelho e amarello a tornam rubra; os raios azues ou verdes a colorem de violeta, ficando verdes, nestas condições alguns bastonetes. E' assim que a photographia retiniana tem sobre a sua congenere da industria, a vantagem de apresentar todas as nuanças chromaticas do quadro photographado.

Para demonstrar que em presença da luz a erythropsina modifica-se chimicamente, desprendendo electricidade, como acontece em geral nas combinações chimicas, o physico inglez Dewar, depois de ter visto que o choque da luz sobre os olhos de differentes animaes, determinava uma corrente especial, em rigorosa analyse, affastando todas as causas de erro, provou que, quando a retina trabalha, ha sempre apparecimento de phenomenos electricos.

Esta nova theoria do professor Boll apresenta-nos a percepção das côres sob um aspecto mais facil de explical-a, assim como os phenomenos pathologicos caracterisados pela aberração que se nota no *Daltonismo*. Porém ainda estão pouco estudados estes dois phenomenos, e por isso nos absteremos de discutil-os.

Uma vez formado o *cliché*, permittam-nos o termo, transmitte-se a impressão por intermedio do nervo optico ao centro pardo das camaras opticas, irradiando-se depois pelas camadas pardas dos lobos antero-lateraes. As impressões obtidas nas duas retinas fundem-se em um só por intermedio das fibras posteriores do chiasma, as quaes estabelecem intimas relações entre as duas metades dos lobos opticos. Só depois da execução completa de todos estes complicados phenomenos é que se dá a visão propriamente dita, visão que, segundo alguns sabios, se tem modificado com o correr dos annos como se verá pela theoria que vamos expôr.

O professor Hugo Magnus, opthalmologista de Breslau, fundado nos trabalhos do eminente linguista Geiger, tentou provar que o phenomeno visual no homem tem tendido a aperfeiçoar-se, porquanto os primeiros homens não percebiam certas côres do espectro, ou se as conheciam não fizeram d'ellas menção, o que prova que foram pouco sensiveis a certas acções luminosas.

Geiger diz que pela leitura dos hymnos Vedicos, deprehende-se que o homem de tal epocha conhecia apenas o vermelho e o preto, ou talvez fosse somente sensivel a intensidade da luz e a sua ausencia. A retina aperfeiçoando seus elementos anatomicos trouxe como consequencia a percepção

do amarello. « Todas as outras côres, diz Magnus, eram tão visiveis ao « olho humano, nesses tempos, como hoje é o ultra-violeta. »

Nos poemas Homericos não se falla nunca do azul do céo e do verde das plantas. « Gladstone, *Studies on Homer and the Homeric Age.* » O Novo Testamento, o Zend Avesta, e os Vedas, onde tantas vezes descrevem-se auroras, o sol e o céo, são mudos a respeito da côr azul.

Magnus ainda, fundado nas mais antigas descripções do arco-iris tirou d'ellas uma prova de muito valor para sua theoria. No tempo de Homero este phenomeno apresentava-se, com certeza, sob o aspecto com que o vemos hoje, porém na Illyada elle é descripto como vermelho ou purpura.

Entre os arabes a palavra vermelho significa egualmente—arco-iris, nascer e pôr do sol.

Ezequiel (I. 26—28), que viveu no seculo VI A. C., pela descripção que nos legou do arco iris, vê-se que só foi impressionado pelas claridades incandescentes de metal em fusão (vermelho e alaranjado). Algum tempo depois já Xenophanes e Aristoteles percebem mais diversidade de côres: o ultimo notou todas as nuanças que hoje divulgamos, nesse phenomeno atmospherico.

Magnus acredita que a evolução das côres ainda não está terminada, e que a raça humana hade, dentro d'alguns centenares de annos, vir a perceber ondas luminosas nas regiões ultra-vermelho e ultra-violeta.

A theoria de Magnus porém, está sujeita a muitas objecções, tambem fundadas em documentos historicos, e o que é mais, na observação experimental sobre os animaes.

E' verdade que os Hebreus parecem ter conhecido poucas côres; mas a Biblia (Genesis I. 30, IX 3.) refere-se ao verde quando trata da verdura das arvores e campo.

Poder-se-hia aqui objectar que as traducções e copias posteriores do Velho Testamento tivessem feito entrar estas novas palavras para melhor comprehensão do texto, não existindo ellas nos exemplares primitivos; mas os estudos de Lenormant provam, que ao menos cinco ideogrammas cuneiformes exprimem — o branco, o negro, o amarello, o verde, o vermelho e o azul.

Além disso os planetas, em Babylonia eram appellidados pelos nomes das côres que apresentam: Venus é a « Estrella branca », Saturno a « Estrella obscura », Marte a « Estrella vermelha », Mercurio a « Estrella

azulada ». As excavações de Sir H. Rawlinson no solo d'essa antiga cidade provam que a torre de Borsippa revestia-se das sete côres symbolicas dos planetas, na ordem seguinte: preto (Saturno), branco (Venus), purpura (Jupiter), azul (Mercurio), vermelho (Marte), prateado (Lua) e ouro (Sol). O palacio de Korsabad, na Syria, segundo Place e Thomas, apresentava tambem as sete côres planetarias.

São estas as objecções tiradas da Historia e Archeologia; agora tratemos daquellas devidas á experimentação.

Cedamos a palavra ao celebre Ehrenberg, que tratando da acção das côres sobre o *Volvox globator*, polypeiro da fórma de uma esphera concava, diz: « Se mergulhar-se n'agua um corpo azul ou vermelho, « observa-se, sob o microscopio, uma grande agitação em derredor das « massas arredondadas. Esta agitação é a resultante da acção commum de « todos estes animaes que, como as cabeças de um rebanho ou de bandos « de passaros, ou ainda como uma agglomeração de homens que cantam « e dansam, seguem um rhythmo commum e adoptam a mesma direcção « sem obedecer a um commando e sem ter clara consciencia d'aquillo que « fazem. Vê-se assim nadar todos estes polypeiros para o objecto colorido. « O mais enthusiasta observador assim como o mais frio, reconhece, sem « custo, o instincto que leva estes animalculos á devotação da obra « commum. E'-se tentado a conceder intelligencia a tão pequenos seres, « que têm olhos e que portanto não se movem ás cegas no liquido que os « banha. Cidadãos de um extenso mundo, apezar do orgulho de nossa « especie, elles partilham comnosco os gozos das sensações coloridas. »

Vamos descrever agora algumas experiencias de Paul Bert.

Este illustre professor collocou em um vaso, onde a luz penetrava por uma pequena fenda, alguns crustaceos, *Daphnia*, cujo orgão visual differe em extremo do do homem. Os pequenos seres moviam-se indistinctamente, com a agilidade propria da sua especie, no vaso da experiencia. Desde que se fazia cahir sobre a fenda, qualquer zona do espectro corriam e accumulavam-se todos na região allumiada pela luz vermelha, amarella, verde, azul e violeta. Quanto aos raios ultra-vermelho e ultra-violeta em nada influiam, mostrando-se os *Daphnia* completamente indifferentes a elles. E, cousa notavel, a sensibilidade ás diversas regiões do espectro, mostrou-se identica á aquella experimentada pelo homem!

Paul Bert para estabelecer melhor este effeito curioso da luz, fez successivamente cahir sobre a fenda os diversos raios, partindo do vermelho

para o violeta ; os *Daphnia* acudiram com muito mais presteza aos raios amarello e vermelho do que aos verdes, azues e violeta.

Esta experiencia póde se variar projectando ao mesmo tempo todos os raios do espectro. E veremos ainda a maior parte destes crustaceos acudir ás regiões amarella até o verde, poucos no vermelho, muito menos no azul e quasi nenhuns a medida que nos approximarmos do violeta.

Devemos concluir de taes experiencias que existe uma certa relação entre as extremidades periphericas de alguns nervos, quaesquer que sejam os animaes, e a intensidade das vibrações do ether ?

As observações experimentaes acima descriptas foram as que Grant Allen, Marthy e outros oppuzeram á theoria de Geiger, Magnus e Gladstone.

Com effeito, se a sensação das côres é identica em toda a animalidade, como conceber que o homem de alguns milhares de annos atraz pudesse ignorar os effeitos produzidos pelos raios mais refrangiveis, quando a sua organisação era muito superior á dos outros typos organisados ? Aqui ha porém, uma distincção a fazer-se entre phenomenos objectivos e subjectivos.

Nos *Daphnia* e nos *Volvox* parece existir sómente a acção objectiva da sensação colorida : elles acodem ás regiões menos refrangiveis do espectro, mas não as distinguem subjectivamente. No homem e talvez nos animaes superiores, a segunda acção está sempre ligada á primeira : a luz actúa sobre elle, e, por meio do encephalo, elle reconhece a onda luminosa que causou-lhe a sensação.

E' assim, que desde que o homem appareceu sobre a terra está sujeito á acção de todos os raios do espectro solar ; mas pôde elle sempre distinguir as côres ?

Acreditamos que Magnus exagerou muito a theoria da evolução das côres, mas pensamos tambem que Grant Allen pecca por exagero opposto.

A visão será identica entre o homem e os diversos animaes ? Em principio parece que deve ser ; porque em todos os casos, é a influencia da luz sobre os bastonetes opticos que produz o phenomeno visual, e como já vimos a sensação objectiva é identica em todos os seres. Porém se analysarmos mais profundamente a questão notamos que os olhos variam de fórma e perfeição, segundo os animaes. E' o que vamos estudar.

Deixando de parte a influencia da luz sobre o protoplasma animal, diremos com Darwin que : « O orgão mais simples ao qual se póde dar « o nome de olho, consiste em um nervo optico, cercado de cellulas de

« pigmento e recoberto por uma membrana transparente, mas sem appa-
« relho lenticular ou qualquer outro corpo refrangente. »

Um olho menos complicado daria apenas a differença entre a luz e a obscuridade, o que se nota em muitos animaes. Alguns authores appellidam de olho, uma pigmentação vermelha que se encontra na *Euglena viridis*, collocada na parte superior deste infusorio. Já elucidamos esta questão em occasião opportuna.

Jourdain observou, em diversas *Asteria*, depressões copuliferas pigmentadas e cheias de materia refrangente, apresentando em rudimento a fórma convexa da cornea dos animaes superiores. Segundo elle, estes orgãos têm a propriedade de concentrar os raios luminosos.

Depois de taes olhos rudimentares, temos os dos Molluscos, que nos Lamellibranchios apresentam-se collocados nos bordos do manto e ligados ao cerebro por um nervo que se vae confundir com o nervo optico, podendo elles existir em numero superior a dois.

Nos Gasteropodes, os olhos se inserem na extremidade, no meio ou na base dos tentaculos, e como os tentaculos são moveis, estes animaes approximam ou affastam seus olhos dos objectos que os cercam. Para um olho ainda imperfeito como é o dos Gasteropodes tal propriedade é de summa importancia. O bulbo ocular desta classe de Molluscos, comprehende : a sclerotica, a cornea, a choroide, a retina, o iris, o humor aquoso, o cristallino e o humor vitreo; isto nas especies mais bem organisadas, porquanto algumas ha, como os *Chitons*, que são completamente cegas.

Para assegurarmo-nos da imperfeição do phenomeno visual nos Gasteropodes basta interpor-se a seu caminho um obstaculo qualquer, do qual elles apenas se aperceberão quando estiverem a alguns centimetros, o que prova sua myopia, que poderia ser estabelecida desde o exame anatomico do olho, que apresenta grande convexidade do cristallino, gráo elevado de curvatura da cornea e pouca quantidade de humor aquoso, não tendo como os Vertebrados e Cephalopodes o apparelho necessario para minorar os effeitos de tão consideravel refrangencia.

O professor Chatin affirma que os olhos d'estes animaes nunca se encontram na extremidade dos tentaculos, porem collocados lateralmente. A extremidade é destinada aos orgãos olfactivos, assim como o grosso nervo que a percorre ; sendo difficil a dissecação do nervo optico, até pouco tempo confundido com o nervo olfactivo.

Nos Molluscos Cephalopodes vamos encontrar olhos de uma organi sação superior, comparavel áquelles que possuem os Ophidios.

Na parte antero superior d'estes animaes acham-se duas cavidades orbitarias, contendo olhos de tamanho tão extraordinario, que segundo Blainville occupam a maior parte da cabeça.

Estudando a anatomia destes orgãos, notamos que elles se compoem de todas as partes que se encontram nos olhos dos Vertebrados, exceptuando a cornea, que é entretanto para muitos authores representada pela membrana cartilaginosa que reveste a cavidade orbitaria, quando invade o globo ocular na sua parte anterior.

O professor Chatin em sua obra sobre os *Orgãos dos sentidos*, descreve as seguintes partes componentes do olho dos Gasteropodes: esclerotica, choroide, retina, iris cristallino, corpo ciliar e humor vitreo. A retina d'estes animaes é composta de sete camadas occupando a membrana de Jacob sua parte mais interna.

Nos Brachiopodes e Tuniceiros os olhos existem nas especies que têm vida errante ; nas de vida fixa, estes orgãos só se apresentam nas primeiras edades, isto é quando a larva que é vagabunda carece de taes orgãos.

Acabamos de ver que os olhos dos Molluscos, posto que aperfeiçoados differenciavam-se dos olhos dos vertebrados pela ausencia das partes anteriores, cornea, humor aquoso, membrana de Descemet, etc.

Nos Arthropodes (Insectos, Crustaceos, Arachnides, Myriapodes) a differença apresenta-se de outro modo.

Estes animaes tem a sclerotica e a cornea confundidas com os tegumentos, a choroide reduzida á sua camada profunda, contrahe adherencia com os bastonetes opticos ; a retina emfim, é obrigada a exagerar seu funccionalismo, para poder substituir os meios refrangentes desapparecidos.

Como é que em olhos assim constituidos pode dar-se o phenomeno visual ?

Muito simplesmente, porquanto os bastonetes, transformam-se em sua região apicillar, n'uma pequenissima lente, que varia segundo a espessura da camada transparente.

Mas, nem todos os Arthopodes têm olhos tão rudimentares ; nas Arachnides e Myriapodes, o cristallino persiste completando com a cornea tegumentar, a retina e a choroide um todo bastante semelhante áquelle dos animaes superiores.

Os Insectos e os Crustaceos é que em sua totalidade possuem o olho acima descripto appellidado por Chatin — *olho retinniano.*

Os Scorpionides apresentam de 3 a 6 pares de olhos collocados á direita, á esquerda e no centro do cephalotorax.

Estes animaes têm uma vista explendida, distinguindo a grande distancia os objectos e as prezas de que se alimentam.

Os antigos consideravam duas classes de olhos nos Scorpionides: a primeira tinha funcção telescopica; a segunda operava como microscopio, o que já se não admitte depois do reconhecimento de fibras musculares nestes apparelhos, que indicam a possibilidade da accommodação visual ás diversas distancias.

A situação dos orgãos visuaes, que são em numero de seis ou oito, nas Araneides é um interessante estudo que nos revela a influencia do meio e da heriditariedade sobre as modificações organicas.

E' assim que todas as especies de aranhas que habitam retiros sombrios, e que só delles saem quando alguma preza passa-lhe ao alcance, têm os olhos amontoados (6 ou 8) na parte mais antero superior do cephalothorax *(Mygalas* e *Segestrias).* Se estes Arthropodes habitam cellulas muito esclarecidas, estes orgãos se disseminam por toda a porção cephalica *(Tetragnates* e *Micromathes).*

Aquellas especies que vivem em têas extensas ou que são errantes, que para nutrirem-se é necessario deslocarem-se, têm os olhos além de disseminados por toda a parte cephalica, inseridos em pediculos moveis (*Epeïras*, *Thomisias*, etc.)

Ha finalmente algumas aranhas, cuja vida é levada a errar de um lado para outro, sem residencia fixa, em busca de alimentação. Os olhos aqui são mais disseminados do que em qualquer dos outros grupos, além de existirem alguns collocados muito para traz (*Salicas*, *Lycoses*, etc.)

Nos Acarides, grupo filiado ás Arachnides, cuja vida está dependente de outros organismos que os alimentam, os olhos modificam-se não exteriormente, mas em sua constituição intima. N'estes animaes observa-se todas as especies de olhos communs aos Insectos, Crustaceos e Vermes.

Os olhos dos Myriapodes são em tudo semelhantes aos dos Scorpiões e Aranhas, podendo, em algumas especies, seu numero variar, conforme a edade, elevando-se algumas vezes como nos *Lithobias*, a trinta pares.

Os Crustaceos e Insectos em geral só possuem olhos retinnianos; não sendo porem raro encontrar conjunctamente com elles olhos lentiferos.

A abelha apresenta na parte anterior da cabeça tres orgãos em tudo semelhantes aos olhos dos Arachnides.

Outros Insectos e Crustaceos possuem taes apparelhos, o que constitue excepção n'estas duas grandes classes de animaes.

O apparelho retinniano nos Insectos dispõe de alguns milhares de facetas, cuja enervação, ao começo distincta, funde-se em breve em um nervo unico, concorrendo todas ellas para a formação de uma só imagem.

Nos Vermes os olhos apresentam-se sob as mais diversas formas.

Alguns d'elles possuem olhos volumosos, limitados por membranas distinctas, dispondo de muitos meios refrangentes ; outros mostram-nos apenas olhos retinnianos ; outros grupos limitam-se a manchas pigmentares ; emfim ha Vermes completamente cegos.

Aos olhos do primeiro typo deve-se comparar os dos Vertebrados e Molluscos superiores ; aos do segundo, Molluscos inferiores, Crustaceos e Insectos ; aos do terceiro, os Cœlenterados e Echinodermes, emfim aos do ultimo, todos os outros animaes que não possuem olhos.

Porem os olhos que mais vulgarmente se encontram no entroncamento dos Vermes, são os retiniannos e as manchas pigmentares, sendo os outros typos muito mais raros.

Agora deveriamos, para ser completos, estudar o orgão visual no entroncamento dos Vertebrados, mas como em todos elles os orgãos visuaes apresentam muita semelhança, faremos notar sómente algumas differenças proprias aos meios onde vivem alguns d'estes animaes.

Alem disso já anteriormente descrevemos o phenomeno da visão n homem, phenomeno que se pode tomar por typo na escala dos Vertebrados

Os Peixes, que são obrigados a viver em um meio mais refrangente, possuem o cristallino muito espherico o que os tornaria myopes em um meio como o ar. Estes animaes tendo de supportar grande pressão, têm os olhos protegidos por uma camada ossea espherica, interrompida na parte anterior, occupada pela cornea transparente.

Os Vertebrados nocturnos, que procuram a alimentação em um meio pouco esclarecido, dispõem de pupillas largas e retina muito mais sensivel do que aquelles que nutrem-se durante o dia.

Neste caso estão certos Mammiferos (Lemurios, Felinos, alguns Roedores, Insectivoros e Canideos); nos Passaros (Rapaces nocturnos, *Caprimulgus*, etc.); muitas especies de Reptis, Batracios, etc.

Os passaros, animaes que mudam constantemente de meio e que têm

de exercer a vista a longa distancia, careciam, pelo presbytismo de que são dotados, de um orgão energico para a accommodação visual, o que lhes foi facultado pela presença de um novo elemento á composiçao do olho vulgar dos demais Vertebrados, que se chama — *pente*. Assim constituidos os orgãos visuaes dos passaros, accommodam-se tão bem á curta como á longa distancia.

Até que aqui temos estudado a variação que soffre o olho nos diversos representantes da serie animal; mas em todos elles vimos a perfeiçao de tal orgão acompanhando o aperfeiçoamento do typo a que pertencia.

Agora vamos apresentar uma nova serie de phenomenos: *olhos muito desenvolvidos, hypertrophiados ou em numero não vulgar, em animaes que normalmente não os possuem de tal modo; olhos rudimentares ou atrophiados, em seres cuja organisação é bastante superior.*

A' primeira classe pertence o desenvolvimento de olhos accessorios em certos Vertebrados Teleosteanos, que habitam nas grandes profundezas dos mares. E' sobretudo nos *Chauliodus*, *Stomias*, etc., que taes orgãos foram estudados por Leuckart, Leydig e Ussow. Elles se encontram não somente na pelle como tambem na camara respiratoria e bocca.

Os *Chauliodus*, os mostram sob a forma de corpos mais ou menos esphericos, recobertos por uma membrana especial, devendo-se considerar como olhos só aquelles que apresentam pigmentação em sua face interna, e que são os maiores. Leuckart observou em seu interior dois corpos, classificados por elle de lente e corpo vitreo. Segundo Leydig cada um d'esses corpos recebe um nervo particular. Ussow affirma que o corpo anterior não possue structura, mas que supporta um cristallino, composto de cones prolongados em fibras que se vão unir á camada pigmentar, formando uma verdadeira retina.

O mesmo facto se observa nos crustaceos do genero *Gnathophansia*, dragados pela expedição do Challenger, na profundeza de 1830—4020 m. Estes animaes além dos olhos pedunculados que lhes são proprios, possuem um olho accessorio sobre cada uma das maxillas do segundo par.

Os *Manida*, que vivem nas grandes profundidades, apresentam-se com olhos extremamente desenvolvidos e de grande delicadeza.

Alguns Crustaceos do mar Caspio, os Amphipodes, pela ausencia da luz, augmentam de tal modo seus orgãos vizuaes, que apresentam um aspecto quasi monstruoso. Citaremos como typo o *Gammaracanthus Caspius*.

William Thompson diz que estes olhos são constituidos de tal modo, que a phosphorescencia é bastante para que elles possam formar imagens.

Para estudarmos a acção atrophica que a luz exerce sobre os olhos, dividiremos os animaes em tres cathegorias: 1º habitantes das cavernas; 2º habitantes das grandes profundidades do mar e dos lagos; 3º habitantes subterraneos.

1º *Habitantes das cavernas.*— Diversas e varias são as especies cegas que habitam nas grutas de Kentucky, Carniola, Ariéges, etc. A mais digna de menção é sem duvida o *Proteo*, que pela acção da obscuridade, além de cego, não chega nunca a seu desenvolvimento completo, e o peixe cego *(Amblyopsis)* descoberto pelo grande naturalista Agassiz.

Temos depois os *Neotoma*, roedores que habitam nas partes pouco profundas das cavernas. Dois d'estes animaes capturados pelo professor Silliman á uma ou duas milhas da abertura, mostraram depois de certo tempo alguns phenomenos de percepção da luz.

Diversos Crustaceos apresentam, n'essas condições, apenas os pedunculos oculares, tendo desapparecido completamente os olhos. Como muito bem diz Darwin: « A base do telescopio existe, mas o telescopio propriamente dito e os seus vidros desappareceram.»

A presença dos *Bathyscia* nas cavernas, não implica a perda da vista para estes Insectos, devida a ausencia da luz; porquanto quando elles erram sobre os rochedos sombrios, mergulhados em luz, já se apresentam cegos. Outro tanto, porem, não acontece com o *Anophtalmus Gallicus*, insecto cego, descoberto no Ariège, por Delarouzée, visto que elle só habita nas cavernas, ao passo que os typos de sua classe, que mais se lhe assemelham mostram-nos olhos retinnianos perfeitamente desenvolvidos.

2º *Habitantes das grandes profundidades do mar e dos lagos.* —As dragagens executadas pelo *Challenger* sob a direcção de W. Thompson trouxeram á luz animaes completamente desprovidos de olhos.

Entre Teneriffe e S. Thomaz, na profundidade de 3.475 metros, a sonda apanhou um *Astacus*, que divergia de todos os seus congeneres pela ausencia completa de olhos e de pedunculos oculares, não existindo sequer traços de um logar para a inserção de olhos! Em compensação, o primeiro par de patas ambulatorias apresentava um desenvolvimento admiravel: o tacto substituia a vista. Esta especie foi classificada por Willemoes Suhm, sob o nome de *Deidamia leptodactyla*.

Novas dragagens executadas no mar das Antilhas, na profundidade de 825 metros, fizeram a colheita de nova especie do mesmo genero, *Deidamia crucifera*, e de um *Astacus zaleucus*, ambos completamente cegos, e possuindo as patas anteriores muito desenvolvidas. No *Astacus zaleucus*, o logar dos olhos apresenta-se como uma cavidade d'onde se tivesse extirpado o globo ocular, cobrindo-a com uma membrana chitinoza.

Wood Masson em recentes dragagens nas Ilhas Andaman, na profundidade de 550—574 metros, recolheu um novo crustaceo cego, da familia dos Astacidæ.

Esta nova especie designada pelo nome de *Nephropsis Stewarti*, é em tudo semelhante ao *Nephropsis norwegicus* dos mares boreaes da Europa, do qual se differencia pela atrophia dos orgãos visuaes, e o desenvolvimento das antennas. O *Nephropsis Stewarti* possue um pedunculo ocular muito atrophiado, não tendo cornea nem pigmento.

As variações que apresenta o *Ethusa granulata*, no desenvolvimento dos olhos, conforme as profundidades que habita, é um facto muito curioso: na profundidade de 200 a 600 metros, posto que pareça cego, apresenta pedunculos oculares moveis com a extremidade arredondada e um rostro perfeitamente desenvolvido; entre 1.000 e 1.200, os pedunculos oculares são solidamente fixos terminando-se por pontas em forma de rostro, emquanto que o verdadeiro rostro, desenvolvido nos primeiros, foi aqui absorvido.

O Dr. Forel observou no lago Lemano, na Suissa, o mesmo phenomeno nos *Gammarus* e *Asellus*.

Grimm descobriu o *Niphargus Caspius*, Crustaceo, habitante do mar Caspio, cujo orgão visual apresenta-se completamente rudimentar.

3º *Habitantes subterraneos.*—No numero destes animaes devemos citar em primeiro logar o *Spalax typhlus*, cujo orgão visual completamente atrophiado é recoberto, segundo Leydig, de pelle munida de pellos.

Todos conhecem a pequenhez e o máo funccionamento dos olhos das toupeiras e outros Roedores que vivem em galerias subterraneas.

Nas planicies do Prata existe um pequeno animal vulgarmente conhecido pelo nome de *Tuco-tuco (Ctenomys)* tido, segundo Darwin, pelos habitantes dessas regiões como completamente cego. Darwin, porem, em um exemplar que dissecou, vio que os orgãos visuaes existiam completamente inflammados e bastante reduzidos. Ora, um orgão sujeito a constantes phlegmasias, em um animal cuja vida se passa sob a terra, em completa obscuridade, é inutil e deve tender ao desapparecimento.

No genero *Cecilia* da sub-ordem dos Peromelos, os olhos são rudimentares, parecendo as vezes auzentes, o que lhes fez dar pelo vulgo o nome de — *Cobra cega.*

Certos Insectos, sobre tudo Coleopteros, que habitam nos formigueiros, como os *Claviger* e *Lomechusa*, não possuem orgãos visuaes.

Os Vermes que percorrem o interior da Terra são todos desprovidos de olhos, posto que a luz, como o provou Darwin, tenha influencia immediata sobre elles, fazendo-os retirar para as suas galerias, etc., quando attingidos por ella.

Podemos approximar dos animaes habitantes subterraneos um pequeno peixe da familia dos Cyclostomes e genero Gastrobranchios. Esta especie *(Gastrobranchus cœcus)* confundida até bem pouco tempo com os Vermes intestinaes, habita no lôdo, penetrando ás vezes no interior dos outros peixes para alimentar-se de seus intestinos, e apresenta-se-nos com o logar dos olhos recoberto por espessa camada muscular.

Pelo estudo acima feito, vemos a grande influencia que a luz exerceu e continúa a exercer sobre os orgãos da visão na serie zoologica.

Duas hypotheses se podem dar na influencia da luz sobre os olhos dos animaes: a luz vence ou é vencida. Na primeira temos a atrophia e o desapparecimento dos olhos e da vista; na segunda a hypertrophia dos mesmos e o aperfeiçoamento da visão.

Phosphorescencia, seus usos e fins

Existe grande numero de especies animaes phosphorescentes entre as quaes já mencionamos alguns Infusorios, Meduzas, Molluscos, Crustaceos, Peixes e Insectos.

Havendo-nos já occupado, posto que superficialmente, de alguns d'estes individuos marinhos, cumpre-nos dizer algumas palavras sobre os Insectos, descripção necessaria ás conclusões que pretendemos estabelecer.

E' a ordem dos Coleopteros e principalmente a familia dos Lampyredes e Elaterides, que abrange quasi que a totalidade das especies phosphorescentes.

Já em 1838 Lacordaire conta mais de trinta, habitando as regiões quentes da America, pertencentes ao genero *Pyrophorus* da familia dos Elaterides.

Estes animaes têm tres fontes luminosas de forma arredondada e tamanho variavel, segundo a especie a que pertencem ; duas dispostas lateralmente e proximas aos angulos posteriores do prothorax, e a terceira na depressão postero-inferior do metathorax.

Afastando-se o abdomen do metathorax, pela acção do vôo, o Pyrophorus emitte, pela abertura assim constituida, luz em proporção mais consideravel, porem ao mesmo tempo mais diffusa que a dos focos lateraes. Quer Dejean, que existam ainda na parte inferior dos segmentos abdominaes pontos luminosos, o que é perfeitamente contestado por Lacordaire em sua *Introducção á Entomologia.* A propriedade phosphorescente cabe aos dois sexos n'este genero, o que nem sempre acontece como adiante veremos.

Todos os Elaterides phosphorescentes são animaes nocturnos, apparecendo habitualmente no principio da noite de lanternas acezas, fixas e cujo brilho pode ser diminuido, ou mesmo extincto, á sua vontade. Durante o dia, elles occultam-se sob as folhas, cascas de madeiras e outros lugares.

Em muitos livros encontramos referido, que as senhoras mexicanas servem-se do *Pyrophorus* como ornamento, ora collocando-os n'esta ou n'aquella parte do seu vestuario, ora prendendo-os a seus penteados. Outros dizem-nos, que os selvagens e os viajantes, á sua imitação utilizam-se d'elles para illuminar o caminho sobre que pizam para o que os ligam em certa quantidade aos pés. Ignoramos até que ponto são verdadeiros estes factos, parecendo-nos entretanto muito plausivel este ultimo. Porem, o facto de poder ler-se na obscuridade, fazendo passar um d'estes insectos sobre as linhas que se deseja conhecer, é perfeitamente verdadeiro, e nós mesmo, temol-o verificado por muitas vezes nas Serras da Provincia do Rio Grande do Sul.

A familia dos Lampyrides é muito mais rica em especies phosphorescentes, e hoje a entomologia classifica para mais de cem generos, habitando pela maior parte a America, comquanto existam em menor proporção, n'outros pontos do Globo. A Europa possue poucas especies ; as principaes são : o *Lampyris italica*, o *Lampiris splendidula*, o *Lampiris hemiptera*, e o *Lampyris noctiluca.* Como os *Pyrophorus* elles occultam-se durante o dia, para apparecerem á noite ; e em certas regiões são tão abundantes, que tornam os campos e atmosphera scintillantes. A luz d'estes Coleopteros não é fixa como a dos *Pyrophorus*, mas sim intermittente.

A propriedade luminosa, convem egualmente em muitas especies aos dois generos; em outras é menos accentuada no macho, e finalmente, em algumas convem exclusivamente á femea que é sempre neste caso aptera, e o macho dotado de azas.

São ainda phosphorescentes o *Paussus Sphœrocerus*, pela extremidade terminal das antennas, o *Scarabæus phosphoreus* de Rozier (contestado em sua existencia), o *Chiroscelis fenestratus* da costa de Guiné assignalado por Lamark e finalmente a *Fulgora laternaria*, que segundo Mademoiselle de Mérian é muito phosphorescente pelo prolongamento vesiculoso da cabeça. A phosphorescencia da *Fulgora* foi contestada por Olivier, Hoffmansegg e o principe Neuwied. Esta contestação é baseada sobre a observação de um numero muito limitado de *Fulgoras*, acclimatadas, ou então por informações contradictorias dos habitantes das Goyannas. Parece-nos resultar a duvida da acclimação, ou o que é mais natural, de ser a phosphorescencia propria a um dos sexos.

Alem das especies acima mencionadas, nós tivemos occasião de observar na Serra dos Tapes, Provincia do Rio Grande do Sul, uma larva de tres centimetros de comprimento sobre dois ou tres millimetros de diametro, de côr amarellada, movimentos ligeiros e rapidos, que apresentava no primeiro annel anterior dois fócos luminosos, collocados lateralmente e mais um par d'elles em cada annel que se seguia, formando a somma de deseseis pontos brilhantes. O que porem impressionou-nos bastante foi a côr que apresentava o primeiro par, cuja luz vermelho-rubim contrastava bellamente com o amarello esverdeado dos outros apparelhos illuminadores.

Infelizmente não podemos classificar este insecto porquanto tendo-o conservado em alcool para subsequentes estudos, desappareceu-nos por occasião de nossa volta a cidade de Pelotas. Entretanto pelo exame rapido que fizemos parece-nos que se tratava de um Coleoptero da familia dos Carniceiros. Eis tudo quanto podemos dizer sobre a classificação d'essa bellissima larva.

Deprehende-se das pesquizas de Forster, Spallanzani, Brugnatelli, Caradori, Macartney, Davy, Carus, Ehrenberg, Morren, Phipson, Lanessan etc., uma verdadeira confusão sobre a natureza da substancia productora da luz phosphorescente dos animaes.

E' assim, que vemos, Macaire attribuil-a á albumina, substancia não phosphorescente e que mesmo não existe na materia luminosa, como

demonstrou Morren em suas analyses; Lacordaire referil-a a substancia graxea muito abundante nos insectos, associada a principio luminoso, que muito naturalmente pensa ser o phosphoro, metalloide assaz derramado na serie animal.

Julgamos entretanto que a presença do phosphoro ainda não foi demonstrada no organismo destes insectos, o que de algum modo prejudica a hypothese do sabio entomologista Lacordaire.

Tendo já exposto, em outra parte de nosso trabalho, as theorias de Phipson e Ehrenberg sobre a phosphorescencia passamol-as agora em silencio. As considerações que se seguem, sobre os insectos phosphorescentes, são de grande importancia para as deducções que pretendemos estabelecer.

A intensidade luminosa augmenta até + 40 gráos R e cessa a — 10 R.; a extincção tambem se faz pela morte do animal em marcha gradativamente decrescente.

Os *Lampyris* conservados por tempo determinado e constante na obscuridade, perdem sua phosphorescencia que pode reapparecer-lhes quando de novamente influenciados pela luz.

As observações do professor Morren sobre os *Lampyris splendidula*, e *Lampyris noctiluca* demonstram que o macho da ultima destas duas especies não possue poder luminoso, ou o possue em proporção pouco consideravel, sendo no entretanto dotado de azas e elytros ao passo que a femea é aptera e francamente phosphorescente.

N'estes animaes os pontos luminosos são constituidos por uma calote cornea, continuação translucida do tegumento geral que cobre o observatorio luminoso, cuja face externa representa-se por tecido de forma exagonal, tendo os pequenos exagonos convexos um pello central, e o resto da superficie ligeiramente aspera, sendo a face opposta perfeitamente lisa. Os pontos luminosos são pois a reunião de muitas facetas irregulares occupando as maiores a parte central e diminuindo á proporção que se approximam da peripheria. Os pellos têm por fim impedir o deposito das poeiras no apparelho illuminador, possuindo mesmo as larvas orgãos especiaes para tal funcção. Tudo acha-se disposto de modo a dar ao orgão phosphorescente, o maior brilho possivel, com os elementos de que dispõe.

Segundo Morren, o apparelho do *Lampyris splendidula* é constituido da mesma maneira, e muito semelhante deve tambem ser o dos *Pyrophorus* e de todos os insectos phosphorescentes.

Ora como a todo o orgão corresponde uma funcção e a toda a funcção um fim, o apparelho phosphorescente dos animaes deve estar sujeito ás mesmas regras.

A difficuldade de sua interpretação augmenta-se-nos pela omissão mais ou menos completa, que fazem os authores que tratam d'este ponto.

Não obstante busquemos analysal-a.

A funcção traduz-se pela emissão da luz phosphorescente, mas qual seu papel ?

Se attendermos á disposição dos fócos luminosos, que são collocados em regra geral, posteriormente aos olhos e nunca no dorso do animal, parece-nos que podemos consideral-a como meio que facilita a locomoção, procura de alimentos e funcção reproductora.

Com effeito, se fosse simples orgão de luxo não seria constituido com tanta perfeição e não se acharia cercado de tantos meios conservadores para seu funccionamento perfeito.

Nas especies em que as femeas são apteras a phosphorescencia presta inquestionavelmente serviço importante no acto da procreação, indicando ao macho allado o lugar onde estas se encontram.

Posto que não seja do perfeito dominio da sciencia, o phenomeno da phosphorescencia animal não deve ser por isso considerado como de pequena importancia na vida de taes organismos, porquanto, como acima dissemos, acha-se ligada á alimentação e procreação.

As colorações

Quando percorremos a fauna das diversas latitudes do globo, somos logo impressionados pela escala das diversas colorações dos animaes.

Nas regiões Austraes e Boreaes os animaes apresentam uma coloração quasi uniforme, predominando o branco, que é a auzencia completa de côr. A' medida porém, que nos approximamos das regiões dos Tropicos, isto é, das partes profusamente banhadas pelos raios solares, os veremos deixarem as vestimentas brancas ou sombrias de que dispunham em troca de outras matizadas pelas mais brilhantes cores. Chegados ás zonas Equatoriaes, região predilecta do sol, onde a vida organica pullula pela acção benefica da luz e do calor, ficaremos verdadeiramente deslumbrados diante da riquesa de colorido das diversas formas organisadas.

E' n'esta região privilegiada da terra que habitam os bellos Trochelideos, *Trogons* e Gallinaceos que disputam ás pedras preciosas seus admiraveis reflexos, e os resplandecentes Lepidopteros e Coleopteros, verdadeiras joias animaes.

A noite, assim como as grandes profundezas do mar têm a mesma influencia que a latitude.

E' assim que os passaros, animaes que revestindo-se de toda a escala chromatica, de ouro e de prata, tornam-se terreos e de cores sombrias quando são obrigados a procurar a noite para fazer a sua alimentação.

Nos Insectos observa-se o mesmo phenomeno : os Lepidopteros diurnos revestem-se de cores brilhantes e vivas, ao passo que os Crepusculares e Nocturnos são em geral coloridos de pardo e suas nuanças.

Os Coleopteros acompanham de perto aos Lepidopteros soffrendo as mesmas modificações da influencia luminosa.

Quanto aos vertebrados e outras classes de animaes podemos affirmar que tambem estão sujeitos á influencia da noite e do dia sobre suas colorações; mas como estes animaes não apresentam contrastes de colorido tão intenso como os Passaros e Insectos, que por sua vida aerea recebem maior quantidade de luz, as transformações que experimentam não tem sido bem estudadas.

Os habitantes das regiões dos mares e lagos onde a luz não penetra, são revestidos em geral de cores sombrias, o que se tem verificado pelas dragagens. Aquelles que vivem nas partes superficiaes, isto é, os peslagicos, apresentam-se quasi sempre com bellas colorações.

Os animaes que vivem debaixo da terra soffrem os mesmos effeitos produzidos pela luz. Elles, ou são incolorores ou coloridos de pardo, cinzento e suas nuânças.

Se compararmos agora as diversas classes de animaes entre si, observaremos com facilidade que os Passaros e Insectos são os representantes da serie animal mais favorecidos em coloração. Isto poder-se-hia affirmar antecipadamente, porquanto vivendo elles pela propriedade do vôo com todas as suas partes immersas e em contacto constante com os raios luminosos, e sendo a luz o agente necessario para a transformação das cores, deveriam levar de vencida todas as outras classes.

Podemos citar um outro facto, o qual se deve attribuir aos effeitos luminosos : todos os animaes exceptuando os passaros, que por serem suas partes indifferentemente illuminadas fazem excepção, apresentam as regiões

abdominaes incolores, fraca ou sombriamente coloridas. Ora é justamente essa parte que, é menos attingida pelos raios luminosos, pela posição inferior que occupa em todos os seres.

Este facto parece-nos geral quer se trate de Mammiferos, Peixes, Reptis etc. Mas é nos ultimos que sua observação sobresahe evidentemente, porque a região abdominal é branca ou ligeiramente amarellada, mesmo nas especies que, como os *Chamœleos*, *Lacertis* e certos Ophidios mostram as regiões dorsaes e lateraes ricamente coloridas.

Ainda podemos aqui descrever certos effeitos produzidos pela luz, não directamente, mas por acção reflexa, sobre um phenomeno que classificaremos de *mimica de occasião*, para differençal-o de outros factos mimicos, attribuidos por Wallace e Darwin a selecção natural. A elle tambem poderiamos dar o nome de *mimica individual*, guardando para os outros a classificação de *mimica da especie.*

A mimica individual apresenta-se em diversos animaes dos quaes citaremos apenas; o *Chamœleos vulgaris* e o *Pleuronectes platessa.*

O *Chamœleos* possue a pelle cheia de vesiculas estrelladas contendo liquidos vermelhos, amarellos e pretos; podendo pela distensão de taes vesiculas, sob a influencia da luz reflectida pelo meio em que se acha, tomar côr identica ou muito semelhante a esse meio. As côres que elle possue comprehendem o vermelho, o alaranjado, o amarello, o verde azeitona e a mistura de todas essas côres com o preto, o que dá uma longa serie de pardos.

Na *Petruça*, Agassiz observou, que transportando-a para um vaso que continha um fundo côr de chocolate ella coloria-se depois de algum tempo, de modo a confundir-se completamente com o solo sobre que repousava; se o fundo do vaso era de areia, o animal mostrava-se amarello com leves pontos amarello-cinzentados; quando o fundo era de saibro esses pontos augmentavam de volume; emfim a *Petruça* revestia-se de coloração sempre de accordo com o meio que a cercava, de modo verdadeiramente admiravel.

Poderiamos augmentar esta parte de nosso trabalho com muitos outros factos comprobativos da influencia que a luz exerce sobre a coloração dos animaes, mas para não nos tornarmos prolixos, e julgando sufficientes os acima descriptos, diremos que a influencia luminosa sobre o colorido dos animaes é incontestavel.

Ora como as colorações *actuam poderosamente* sobre a manutenção do individuo e a propagação da especie, concluiremos que a luz influindo sobre

a coloração *influe indirectamente* sobre as duas funcções principaes do animal: nutrição e procreação.

A producção do gaz carbonico

A funcção da resperiração animal traz como consequencia immediata a emissão do gaz carbonico.

A proporção expellida varia conforme os individuos, e no mesmo individuo segundo condições que dependem, ora de seu proprio organismo, ora de causas externas e multiplas a que está sugeito.

Citemos alguns resultados experimentaes em asserção ao que acabamos de dizer.

No espaço de uma hora, o cavallo emitte, em media 187 litros de acido carbonico (Boussingault); 172 n'um individuo, 219 n'outro e 340 litros nos cavallos de grande talhe, taes são os resultados de Lassaigne. Uma vacca leiteira desprende 168 litros (Lassaigne); um cão adulto 2 $\frac{1}{2}$ litros (Despretz); um coelho grande, menos de 2 litros (Despretz); um gato adulto cerca de 1 litro (Despretz); um porco da India, menos de $\frac{1}{2}$ litro (Despretz); nos pardaes $\frac{1}{100}$ de litro (W. Edwards); uma tenca, 2 centimetros cubicos (Humboldt e Provençal), etc.

Ainda na mesma especie varia tambem conforme o tamanho como se vê pelo resultado das experiencias de Dulong em que o acido carbonico exalado durante uma hora, foi de: 1 lit. 146 em um coelho pezando 1990 grammas e de 0, lit. 806 em outro pezando 990 grammas (Dulong, *Mémoire sur la chaleur animale)*; as metamorphoses dos insectos, a actividade muscular, o estado lethargico a que estão sujeitos certos animaes, isto é, a hibernação, modificam a respiração e portanto a producção de gaz carbonico; o somno, que o professor H. Milne Edwards, compara a uma hibernação quotidiana tambem diminue a proporção do gaz carbonico, etc.

Poucos trabalhos existem sobre o assumpto, o que nos obriga a tratal-o em breves palavras.

Até bem pouco tempo julgava-se este acto physiologico como independente da acção luminosa, porem depois dos importantes trabalhos de Boussingault e principalmente de Moleschott a questão mudou de face.

Com effeito, Boussingault provou que uma mesma rola produz n'uma hora, em pezo de gaz carbonico, durante o dia 94 centigrammas e 59 du-

rante a noite. Outra experiencia do mesmo author mostra que a media horaria é de 75 centigrammas para o dia e de 53 centigrammas para a noite.

As experiencias de Moleschott sobre rans são mais concludentes.

Tendo elle collocado estes animaes na obscuridade notou que as combustões diminuiam, o que provava a menor proporção de gaz carbonico exhalado pelo animal submettido á experiencia; e tambem que consumiam-se menos, e perdiam menos peso que quando expostos á luz. Os individuos sobre que experimentava eram conservados sem nutrição.

Este author determinou ainda, que a quantidade de acido carbonico emittida na ausencia ou presença da luz do dia, guardava a proporção de 4:5.

Sempre que fazia a avaliação, por meio de papeis photographicos, do gráo de intensidade da luz, resultava que o acido carbonico produzido, crescia com a intensidade da luz a que estavam sujeitas as rans; e mais ainda que a acção estimulante se fazia simultaneamente por intermedio da pelle e do orgão visual.

Em virtude do exposto, acreditamos com H. Milne Edwards que muito naturalmente á menor quantidade de acido carbonico desprendido pelos animaes durante a noite, deva-se referir em parte á ausencia da luz.

A obscuridade pois, confere aos animaes, um estado, que como já vimos assemelha-se á hibernação.

Á vida hibernal, póde ser interpretada em parte pela obscuridade de que se cercam geralmente os animaes hibernadores, porquanto em condições perfeitamente eguaes de quietez e privação de alimentos, os mesmos animaes, comburem menos e perdem menos peso na obscuridade. O exemplo seguinte demonstra o facto claramente :— o Ouriço-caixeiro que absorve em um tempo determinado um litro de oxygeneo quando acordado, não consome no mesmo tempo senão $0^{lit},04$ ou $0^{lit},02$ durante a hibernação.

O que fica dito é sufficiente e bastante para mostrar como a irradiação luminosa influe na producção do gaz carbonico pelo organismo animal; e tambem como auxilia o estado lethargico ou hibernação.

Acção biologica da luz sobre o homem

O homem como todos os outros animaes recebe da luz a força necessaria para o exercicio da visão, o que se deprehende claramente da definição que demos da propria luz.

Discutimos este phenomeno, bem que muito resumidamente, na serie animal, cabia agora occupar-nos d'elle em referencia a especie humana ; mas deixamos de fazel-o porquanto a acção dos raios luminosos sobre a visão é facto incontestavel e bastante conhecido, e de tal importancia que podemos sem receio affirmar a incompatibilidade da vida com a ausencia da vista. Sua perda pois, importaria a perda da especie. Entendemos escusado accrescentar, que não nos referimos a factos isolados, que tornariam falsa a nossa conclusão.

Abandonando o phenomeno vizual, facto já elucidado, trataremos aqui sómente da influencia exercida pela luz sobre :

1º A pelle do homem.

2º A saude do homem.

§ I. — A acção da luz sobre a pelle do homem

Ninguem ignora a modificação que soffre a pelle sob a influencia directa dos raios solares. As partes expostas á luz adquirem uma coloração mais carregada do que as que se conservam a seu abrigo. Os individuos que em virtude de suas obrigações permanecem por muito tempo expostos

aos raios solares, são *queimados* na expressão do povo. Com effeito a coloração da pelle modifica-se produzindo pigmento. Se a permanencia da parte exposta é subtrahida a tempo, a pigmentação póde desapparecer, recuperando a pelle seu estado primitivo; se porem datar de longo tempo, o pigmento torna-se fixo, e póde apenas ser ligeiramente diminuido.

Assim, fica provado que a luz actua sobre a pelle ; mas de que modo ?

A principio, é o calibre dos vasos capillares que se modifica; e mais tarde, é a producção e situação do pigmento, que se mostra analogo á aquelle que se observa nas cellulas chlorophylladas dos vegetaes submettidos á luz.

A acção da luz sobre a pelle ainda diverge segundo sua natureza e côr. Quanto mais pigmentada tanto menos influencia têm os raios luminosos sobre ella, o que explica perfeitamente a maneira em virtude da qual os negros supportam melhor e mais facilmente a acção solar do que os brancos.

Sem acreditar que a luz transforme o homem branco em negro, julgamol-a entretanto bastante poderosa para modificar accentuademente seus organismos a custa de acções reflexas partidas da pelle e repercutidas em todo o ser.

Este facto, hoje demonstrado, já era entrevisto pelos antigos que aconselhavam a exposição das crianças debeis directamente a luz. Humboldt attribue certas vantagens para a saude, ao costume que têm algumas tribus de viverem núas.

E' ainda por acção reflexa, partida da retina, que a luz actua excitando o cerebro. As idéas e o caracter adaptam-se ao brilho da luz ; e o spleen devia reinar, como acontece, nas regiões brumosas da Inglaterra, de preferencia ás regiões ricamente banhadas pelos raios solares. Spencer nota como « factor original externo » em sociologia, a variedade de gráo e modo de distribuição da luz ; comparando varios povos este sabio sociologo tira conclusões sobre a diversidade das idéas. Um dos marinheiros salvos ao naufragio da *Jeannette* assim se expressa : « A noite, uma noite eterna, « succede a um dia enervante. As trevas estendem-se, distinguindo-se no « meio d'ellas immensos phantasmas que, lentamente, movem-se na sombra « (os blocs de gelo). N'este isolamento profundo, companheiro insepa- « ravel da noite, a energia do viajante polar, ás vezes até sua razão, « experimentam assaltos atterradores. De dia elle ainda póde compre- « hender o choque de dois blocs de gelo, e o barulho que d'ahi resulta.

« O sol paira acima do horisonte, o que ainda é vida. Mas de noite estes « soturnos desertos lhe apparecem como os espaços não creados e « cahoticos que Milton collocou entre o imperio da vida e o da morte. »

Assignalaremos aqui, e por não merecer paragrapho especial, a observação de Molleschott, que provou estar a força muscular em correlação intima com a luz do sol, diminuindo mesmo a obscuridade todos os phenomenos vitaes.

§ II. — A acção da luz sobre a saude do homem

Subdividiremos este paragrapho nos seguintes:

Acção da luz sobre os olhos.
» » » » a insolação.
» » » » a pelle.
» » » » o estado anemico.
» » » » o systema nervoso.
» » » como fonte therapeutica.

Olhos. — Grande numero de authores pensa, que a ausencia da luz póde diminuir ou mesmo extinguir a sensibilidade da retina, havendo a começo mydriasis que se tornaria persistente, depois amblyopia e finalmente amaurose. Porem este facto não parece completamente verdadeiro, visto como operações coroadas de bom exito, em individuos affectados de cataractas antigas, fazem recuperar a vita. Se a ausencia da luz não priva o orgão visual de seu poder, a sua presença póde entretanto fazel-o conforme a intensidade com que se manifesta. A luz de uma faisca electrica produz muitas vezes amaurose, quando a impressão é menos forte produzem-se congestões e inflammações, que continuadas por algum tempo acarretam a perda da visão.

A choroidite atrophica é muito vulgar nos habitantes dos Alpes; e a cataracta é favorecida pela intensidade luminosa, segundo a opinião de Galozowsky. Não só a acção directa da luz como as superficies reflectoras tem grande influencia sobre o apparelho ocular. Esta influencia é conhecida ha longos annos, e infelizmente serviu para acrescer supplicios a muitas victimas. Dyonisio, o Tyranno, conservava individuos durante muito tempo na obscuridade para depois trazel-os de olhos abertos a lugares cercados de muros brancos profusamente illuminados. Conta-se que estes pobres martyres tornavam-se cegos e morriam rapidamente.

A reflexão das superficies verde e azul é muito melhor tolerada que as das superficies vermelha, amarella e alaranjada. Os raios mais nocivos são os reflectidos pelos planos brancos, augmentando sua acção quanto mais bruscamente se fizerem sentir. A sua influencia nota-se sobretudo nas regiões polares, onde as ophtalmias e amauroses são muito frequentes, o que prova tambem que é o raio luminoso, e não o calorifico que produz taes estados pathologicos.

Pensamos, fundados na opinião de Javal, que o strabismo das crianças não deve, na maioria dos casos, ser attribuido á inclinação que toma o globo ocular do menino em busca da luz, quando repousa no leito ; porem sim á parezia passageira da accommodação nas crianças hypermetropas.

Aqui prendiam-se importantes questões d'hygiene privada e social que, sem ultrapassar o limite de nossa dissertação, deviamos estudar. Entretanto somos obrigados pelo pouco tempo de que dispomos, a passal-as em silencio.

Insolação. — Será muito difficil differenciar a acção da luz e calor n'este estado morbido.

Alguns authores acreditam que o facto se deve referir ao calor, visto como o processus pode apresentar-se em individuos que não se acham directamente debaixo dos raios solares ; outros não pensam assim, vendo a insolação produzir-se nas zonas temperadas, cujo calor é insufficiente para explicar o phenomeno. Não excluindo completamente o calor, pensamos entretanto, que na maiór parte das vezes a intervenção directa do raio luminoso é necessaria e mesmo sua principal causa, o que parecem corroborar os factos seguintes.

A insolação pode manifestar-se durante a primavera em temperatura relativamente baixa, e sabe-se que são os raios violeta e ultra violeta os mais energicos. Com effeito, a luz emittida pelo arco voltaico, rico em raios muito refrangiveis, é poderosamente energica. A luz de uma pilha de 600 elementos, manejada por Dupretz, produzio n'elle e seus preparadores queimaduras do rosto perfeitamente semelhantes ás produzidas pelos raios solares.

A observação de Brown Sequard põe claramente em evidencia a acção dos raios violeta e ultra-violeta. Segundo este author, basta peneirar a luz do arco voltaico atravez de um vidro de uranio, que absorve os raios mais refrangiveis, para impedir a acção irritante dessa luz.

Repitamos, comquanto inclinados a optar pela hypothese que attribue aos raios luminosos o principal papel na insolação, confessaremos não obs-

tante, que a questão não está resolvida pelo que servir-nos-hemos no presente caso da expressão — irradiação solar —, proposta pelo professor Van Tieghem afim de obviar as difficuldades differenciaes muitas vezes ainda impossiveis.

Emfim qualquer que seja a interpretação, observa-se que a irradiação solar prolongada determina, não raramente em alguns individuos, accidentes graves e muitas vezes mortaes, caracterisados de um modo geral por anciedade respiratoria, vertigem, nauseas, surdez, face livida, labios cyanoticos, suores abundantes ou pelle secca, resolução muscular e queda, acompanhada algumas vezes de convulsões. Em outros casos a syncope abre o quadro symptomatico e a morte apparece durante o coma, n'um estado asphyxico.

Esta emfermidade, cujos symptomas variam com a intensidade do mal, recebeu as denominações de *Insolação*, *coup de soleil*, *heat-stroke*, *heat appoplexy*, *sonnenstich*, *hitzschlag*, etc., etc.

Pelle. — As partes expostas á irradiação solar podem apresentar-se com vermelhidão diffusa, acompanhada ou não de infiltração, de œdema e descamação constituindo o *erythema solar.*

Outra affecção da pelle representada por erupção de pequenas vesiculas acompanhadas de prurido e conhecida pelo nome de *lichen dos tropicos*, *prickly-heat*, reconhece a mesma causa ; assim como tambem certa molestia chronica em que a superficie do corpo é extremamente secca com descamação furfuracea, e cujo apparecimento necessita a intervenção prolongada do mesmo agente.

Alguns authores referem tambem á luz certas inflammações erysepelatosas nas pelles muito alvas. Convém ainda assignalar algumas affecções ptyriasiformes muito communs nas partes expostas directamente aos raios solares.

Pensa-se ainda que a irradiação tem influencia sobre a variola e cicatrização das pustulas, a evolução da pellagra, etc., etc.

Anemia. — Referindo-se a este assumpto assim se exprime o professor de Leipzig : « Os aposentos privados de luz, tornam os individuos ane-
« micos o lymphaticos e junto a indigencia e á má alimentação, engendram
« todas as doenças imaginaveis. E' a falta de luz e de ar, unida a más
« condições alimentares, que dão nascimento a este flagello hediondo da
« especie humana, a esta degenerescencia physica, que se chama créti-
« nismo, sempre acompanhado de deformação ou atrophia do mais nobre
« dos nossos orgãos — o cerebro. E não é sómente nas profundezas dos

« valles alpestres, onde reinam a humidade e a sombra, mas tambem nos
« quarteirões populosos e miseraveis de nossas grandes cidades, onde o
« sol penetra a custo, que se vê apparecer este flagello. »

Posto que grande numero de authoridades, tenham como o professor de Leipzig invocado a ausencia da luz solar, como causa efficiente da anemia que se observa em individuos condemnados por sua profissão a trabalhos nocturnos, como guardas da noite, padeiros, typographos, empregados de theatro, etc., etc. ; ou ainda em trabalhos effectuados em logares onde não penetram ou penetram a custo os raios do sol, como os presidiarios, os mineiros, etc., etc., pensamos que comquanto a ausencia da luz solar concorra para a producção deste estado pathologico, não é ella *exclusivamente* que o produz. Com effeito, outras condições existem não menos importantes, como sejam a má alimentação, a aereação defeituosa, a humidade, a miseria, o vicio, etc., a que estão sujeitos essas classes da humanidade, que facilitam o apparecimento da anemia.

O mesmo raciocinio tem perfeito cabimento em relação a outras affecções morbidas, que por sua vez têm sido referidas á falta de luz, como a phtysica, a escrophula, o rachitismo, que se acham sempre ligadas á anemia.

A opinião que adoptamos encontra apoio no facto que assignala Fabry sobre os cavallos que habitam as profundidades das minas. Estes animaes que sobem á superficie da terra uma só vez por anno, na occasião do inventario, gozam geralmente de boa saude e *sobretudo não são anemicos.*

Systema nervoso.— Além da acção excitante geral da luz sobre o apparelho nervoso por via reflexa, que se faz natural e beneficamente para o organismo, póde ella quando muito intensa ou prolongada determinar excitações exageradas, que se traduzem por cephalalgia, vertigens, insomnias, e mesmo nas pessoas extremamente nervosas (crianças e mulheres hystericas) convulsões, vomitos e mais raramente febre.

Therapeutica.— Deixando de parte as vantagens que aufere a therapeutica ophtalmologica e dermatologica, vamos analysar mais de perto os effeitos luminosos sobre as molestias nervosas.

Já em 1834 o Dr. Champignon, de Orléans, e em 1838 Despine, de Aix, mostraram a influencia nociva que a luz violeta e vermelha podiam exercer sobre certos organismos. Mais recentemente e por instrucções altamente valiosas do sabio padre Secchi, o Dr. Ponza, director do hospital

de alienados de Alexandria, instituio o tratamento da loucura e outras nevroses pela luz colorida. Com tal fim fez construir camaras em que as paredes e vidros nas janellas eram egualmente coloridas e outras completamente escuras.

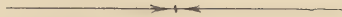
Submettendo loucos furiosos á camara negra, observou que elles se tornavam relativamente calmos, ao passo que um lypemaniaco encerrado na camara vermelha ficou no fim de tres horas alegre e pedio alimentos. Um maniaco muito agitado preso a camisola de força foi deitado na camara azul e uma hora depois estava muito mais tranquillo.

Por outras experiencias concluiu elle, que a camara azul triumpha poderosamente da agitação dos maniacos, e que sua acção calmante não se manifesta sómente por acção reflexa visual, pois que individuos de olhos vendados a reconheciam, pela oppressão especial de que se achavam accommettidos, quando a ella eram conduzidos.

Pensa o Dr. Ponza, que a acção therapeutica da luz póde dar bons resultados no tratamento de muitas nevropathias (epilepsia, hysteria, choréa, eclampsia infantil e puerperal).

Não sabemos até que ponto são verdadeiras as conclusões do Dr. Ponza, entretanto achamol-as excessivamente curiosas e por isso as registramos em nosso trabalho.

CONCLUSÃO

A luz é indispensavel á vida.

PROPOSIÇÕES

Cadeira de physica medica

Da osmose e da dialyse

I

A osmose é a propriedade que tem dois liquidos differentes, separados por uma membrana ou corpo poroso, de produzirem correntes liquidas.

II

As correntes tornam-se manifestas pela differença dos niveis que apresentam os dois liquidos.

III

A dialyse é apenas um caso particular da osmose.

Cadeira de chimica mineral e mineralogia

Do ar atmospherico

I

O ar atmospherico é uma massa gazosa que envolve e acompanha a terra em seus movimentos.

II

Essa massa gazosa é representada por uma mistura de oxygenio e azoto, contendo ainda traços de acido carbonico, vapor d'agua, materias organicas em suspensão e alguns outros corpos.

III

O ar atmospherico tem por densidade 14°,44, não tem cheiro, sabôr nem côr; visto porém em grande massa parece azulado.

Cadeira de chimica organica e biologica

Phenol e acido salicylico

I

O phenol que é representado pela formula $C^6 H^6 O$, encontra-se naturalmente no castoreo e, segundo alguns, na ourina dos animaes herbivoros.

II

O phenol apresenta-se debaixo da fórma de um corpo incolor, que cristallisa em agulhas longas ou em palhetas curtas; tem cheiro activo, sabor acre, e é soluvel na agua, alcool, ether, glycerina, ammonea, acido acetico, oleos fixos e volateis.

III

O acido salicylico, como o phenol, é um poderoso anti-septico, tendo porém a vantagem de ser inodoro.

Cadeira de botanica e zoologia medicas

Acção biologica do calor sobre as plantas e animaes

I

O calor até certo gráo é favoravel á vegetação.

II

Nas zonas tropicaes, onde o calor é mais intenso, a vegetação mostra-se exuberante.

III

O calor é indispensavel ás transformações biochimicas que offerece o ovulo animal para tornar-se em embryão.

Cadeira de anatomia descriptiva

Coração

I

O coração, centro do apparelho circulatorio, é constituido por um musculo ôco muito poderoso, e destinado a pôr o sangue em movimento.

II

Sua fórma approxima-se muito da de um cone, cuja base está voltada para cima e um pouco para a direita, emquanto que a ponta se dirige para diante e para a esquerda.

III

O coração está situado na parte inferior do peito, acima do diaphragma, atraz do sternon, adiante da columna vertebral e entre os pulmões.

Cadeira de histologia theorica e pratica

Da cellulogenesis

I

A theoria que melhor se harmonisa com a observação dos factos, é aquella que attribue a cellula a existencia de outra cellula — *Omnis cellula à cellula.*

II

O nucleo representa grande papel na neo-formação cellular.

III

Existe intima relação entre o numero de cellulas originadas por uma cellula mãe e o numero de nucleos que n'ella eram contidos.

Cadeira de physiologia theorica e experimental

Irritabilidade muscular

I

A irritabilidade muscular é uma propriedade inherente ao musculo.

II

Esta propriedade muscular convém sómente aos musculos vivos e nutridos, desapparecendo algum tempo depois da morte.

III

Os animaes de sangue frio são os que conservam por mais tempo, depois da morte, a irritabilidade muscular.

Cadeira de anatomia e physiologia pathologicas

Paludismo

I

O paludismo é uma intoxicação organica, que se manifesta por formas clinicas muito diversas.

II

A causa productora do paludismo parece ser um elemento figurado alheio ao organismo.

III

Estes micro-organismos abundam nos lugares pantanosos dos climas quentes.

Cadeira de pathologia geral

Da ictericia

I

Uma pigmentação especial dos liquidos e tecidos do organismo humano, caracterisam a ictericia.

II

A ictericia chama-se hemapheica, quando a pigmentação provem do sangue e é constituida pela hemapheina.

III

Todas as vezes que o pigmento provem da bile, a ictericia diz-se bilepheica.

Cadeira de pathologia medica

Febre amarella

I

A febre amarella, vomito negro, mal de Sião etc., é uma pyrexia infecto-contagiosa muito commum entre nós.

II

Segundo os estudo do professor Domingos Freire é o *microccocus xanthogenicus* o agente infeccioso d'esta pyrexia.

III

Muitos meios therapeuticos tem sido propostos e empregados para combater a febre amarella.

Cadeira de pathologia cirurgica

Ferimentos por arma de fogo

I

Os ferimentos por arma de fogo variam principalmente segundo a arma, carga e distancia.

II

Os symptomas d'esses ferimentos estão em relação com a sua natureza e séde.

III

O tratamento deve ser estabelecido de accordo as exigencias do ferimento.

Cadeira de materia medica e therapeutica, especialmente brasileira

Medicação lactea

I

O leite é uma secreção da glandula mamaria.

II

Como alimento dietetico, salvo excepções muito limitadas, o leite occupa o primeiro lugar.

III

Como medicamento, o leite é de incontestavel vantagem no tratamento do mal de Bright, ulcera simples do estomago, catarrhos estomacaes, bronchites, hydropisias, etc., etc.

Cadeira de pharmacologia e arte de formular

Estudo chimico-pharmacologico das cruciferas medicinaes

I

As cruciferas são vegetaes dicotyledoneos dialypetalos.

II

O genero *Sinapis* fornece a therapeutica as duas variedades de mostarda de que ella se utilisa.

III

As sementes das mostardas brancas (*Sinapis alba*) e negra (*Sinapis nigra*) muito differenciam-se por suas propriedades chimico-medicas, aspecto physico e composição.

Cadeira de hygiene e historia da medicina

Prophylaxia geral das molestias transmissiveis

I

A quarentena rigorosa é o melhor meio para evitar a importação de uma epidemia.

II

Estabelecida a molestia, o isolamento e as desinfecções limitam e obstam muitas vezes a propagação das molestias infecto-contagiosas.

III

Nas molestias para que se conhece uma vaccina, é ella o meio prophylactico por excellencia.

Cadeira de anatomia cirurgica, medicina operatoria e apparelhos

Talha hypogastrica

I

Improvisada por Pedro Franco, em 1860, a talha hypogastrica occupa na cirurgia moderna logar importante como operação.

II

Os meios anti-septicos e progresso da technica operatoria, fizeram com que a talha hypogastrica deixasse de ser uma operação desesperada.

III

A talha hypogastrica consiste na incisão da bexiga, entre a symphyse pubiana e o fundo do sacco prevesical do peritoneo, depois de haver dividido a parede abdominal sobre a linha branca.

Cadeira de obstetricia

Morte imminente dos recem-nascidos; tratamento

I

A morte imminente ou morte apparente de alguns authores, é o estado que apresenta a creança recem-nascida, na qual as funcções da vida animal são abolidas, persistindo sómente algumas funcções da vida organica.

II

Quando o recem-nascido, em morte imminente apresenta-se com esse grupo de symptomas, que caracterisam a apoplexia, uma sangria pelo cordão muitas vezes jugula o mal.

III

Alem da sangria, outros meios excitantes applicados a pelle são fontes therapeuticas, que o pratico não deve esquecer, bem como o exame minucioso da primeira porção das vias aereas.

Cadeira de medicina legal e toxicologia

Therapeutica geral dos envenenamentos. Do antidotismo e do antagonismo em toxicologia

I

A evacuação do veneno ainda não absorvido, deve ser o primeiro meio therapeutico a empregar nos casos de envenenamento.

II

Substancias convenientes devem ser administradas para neutralizar a acção toxica do veneno não eliminado.

III

A evacuação do veneno pode fazer-se, já por meios mechanicos, já por meios medicamentosos.

Primeira cadeira de clinica cirurgica de adultos

Da occlusão intestinal

I

A occlusão intestinal dá-se todas as vezes que o livre curso das materias feccaes se acha interrompido entre o pyloro e o anus.

II

As causas da occlusão intestinal podem ser referidas a quatro grandes grupos: 1º occlusão por vicios de posição do intestino; 2º occlusão por compressão do intestino; 3º occlusão por obturações do intestino; 4º occlusão por estreitamento de diversas naturezas.

III

O tratamento é dividido em medico e cirurgico.

Primeira cadeira de clinica medica de adultos

Das condições pathogenicas, diagnostico e tratamento da pneumonia

I

As condições pathogenicas variam segundo a forma da pneumonia.

II

O diagnostico differencial deve ser estabelecido.

III

O tratamento é directo e symptomatico.

HIPPOCRATIS APHORISMI

I

Ars longa, vita brevis, occasio prœceps, experientia fallax, judicium difficile.

(Sect. I. Aph. I.º)

II

Ad extremos morbos extrema remedia, exquesité optima.

(Sect. I. Aph. 7.º)

III

Ubi somnus delirium sedaverit, bonum.

(Sect. II. Aph. 2.º)

IV

Somnus, vigilia, utroque modum excedencia malum denunciat.

(Sect. II. Aph. 43.º)

V

In febribus per somnos pavores, aut convulsiones, malum.

(Sect. VII. Aph. 47.º)

VI

In acutis morbis extremarum refrigeratio, mala.

(Sect. VII. Aph. 1.º)

Esta these está conforme os Estatutos.

Rio de Janeiro, 6 de Outubro de 1887.

Dr. José Maria Teixeira.

Dr. Bernardo Alves Pereira.

Dr. Domingos de Góes e Vasconcellos.

ERRATA

PAG.	LINHAS	ONDE SE LÊ	LÊA-SE
3	32	terrestres,	terrestres
13	8	*Hellianthus*	*Helianthus*
13	19	Pringshein	Pringsheim
15	1	observar	absorver
15	16	e Wiesner	Wiesner
16	20	assimillou	assemelhou
18	8	demonstral-o	demonstral-a
19	6	Transcrevamo-las	Transcrevamol-as
22	3	espectroscospo	espectroscopio
22	31	d'Argant	d'Argand
22	31	*Euconnys*	*Eucomis*
26	18	*Sativum*	*sativum*
29	1	annimaes	animaes
29	27	helioproprica	heliotropica
31	22	*Vitia*	*Vicia*
31	27	*Vitia*	*Vicia*
32	23	*Hieríacium*	*Hieracium*
36	20	o gyrasol	o gyrasol,
37	26	*Cychorium intybus*	*Cichorium intybus*
38	19	Prantel	Prantl
39	2I	*Hieriacium*	*Hieracium*
39	22	*Rainunculus arvensis*	*Ranunculus arvensis*
40	26	d'esde	desde
41	19	*Marcilia*	*Marsilia*
41	21	*Phillantus*	*Phyllanthus*
42	6	*Abutillon*	*Abutilon*
42	29	circumtar	circumnutar
47	11	occuliforme	oculiforme
47	17	occuliforme	aculiforme
47	31	resolver-se	resolver
47	32	occuliforme	oculiforme
48	3	inferiores	inferiores,
48	11	occuliforme	oculiforme
48	11	occular	ocular
48	14	occuliforme	oculiforme
48	19	occuliforme	oculiforme
48	23	(gephyriano)	(Gephyriano)
48	23	(verme. tub)	(Verme tubel.)
50	12	Lacaza	Lacaze
50	36	desenvolvimento	desenvolvimento,
52	13	sempre	sempre,
52	14	opticos,	opticos
52	30	Capanica	Capranica
58	12	Gasteropodes	Cephalopodes
59	20	*Tetragnates*	*Tetragnathes*
59	20	*Micromathes*	*Micrommates*
59	28	*Sa licas*	*Salticas*
61	7	Até que aqui	Até aqui
62	3	que a luz	que a ausencia da luz

PAG.	LINHAS	ONDE SE LÊ	LÊA-SE
63	35	existiam completamente	existiam posto que
65	6	Terra	terra
64	22	Phosphorescencia, *etc.*	§ IV Phosphorescencia, *etc.*
64	29	Lampyredes	Lampyrides
64	35	conta	contava
66	26	insecto	insecto,
67	25	observatorio	reservatorio
67	30	irregulares	regulares
68	18	allado	alado
68	23	peslagicos	pelagicos
68	23	As colorações	§ V As colorações
70	16	apenas ;	apenas,
71	3	A producção, *etc.*	§ VI A producção, *etc.*
71	1	a coloração ;	a coloração,
75	33	acrescer	accrescer
76	30	Dupretz	Despretz
77	13	*appoplexy*	*apoplexy*
77	16	de infiltração, de œdema	de infiltração edematosa.
78	20	Fabry	Fabre

PROPOSIÇÕES

CADEIRA DE MEDICINA LEGAL E TOXICOLOGIA

ONDE SE LÊ	LÊA-SE
deve ser o primeiro meio therapeutico	deve ser dos primeiros meios therapeuticos

PRIMEIRA CADEIRA DE CLINICA CIRURGICA DE ADULTOS

ONDE SE LÊ	LÊA-SE
feccaes	fecaes